



**Universidade de  
Aveiro**

**2012**

Departamento de Economia, Gestão e Engenharia  
Industrial

**Bárbara Lopes da  
Fonseca**

**Reforma e Eficiência Portuária: O Porto de Aveiro**



**Universidade de  
Aveiro**

**2012**

Departamento de Economia, Gestão e Engenharia  
Industrial

**Bárbara Lopes da  
Fonseca**

## **Reforma e Eficiência Portuária: O Porto de Aveiro**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Economia, realizada sob a orientação científica da Doutora Marta Alexandra Ferreira Dias, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro e da Doutora Sílvia Luís Teixeira Pinto Ferreira Jorge, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

Aos meus pais.

## **o júri**

presidente

**Prof. Doutor António Miguel Amoedo Lebre de Freitas**  
professor auxiliar da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutora Aida Isabel Pereira Tavares**  
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutora Marta Alexandra da Costa Ferreira Dias**  
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Obrigada papá e mamã por todo o apoio, carinho e compreensão.

Obrigada Ramiro por todo o carinho, cumplicidade e amizade.

Obrigada aos meus amigos que de alguma forma me apoiaram, não só nesta etapa, como em vários momentos da minha vida. Em especial quero agradecer à Luísa Marinho e à Ana Naia.

Um obrigada às minhas avós pelas palavras de incentivo.

Um agradecimento especial à Administração do Porto de Aveiro e a todos os seus colaboradores pelo carinho e disponibilidade com que me receberam. Em especial um muito obrigada à Isabel Ramos, Isabel Lé, Ricardo e Luís.

Quero ainda agradecer às professoras Marta Dias e Sílvia Jorge por terem aceitado embarcar neste desafio comigo, e ultrapassando as várias dificuldades que foram surgindo, permitiram com a sua ajuda a conclusão deste trabalho.

**palavras-chave**

Eficiência, Porto, Privatização, DEA, Reforma Portuária, Porto de Aveiro

**Resumo**

Uma reforma global do sistema portuário português, com o intuito de envolver uma maior participação privada no sector, foi iniciada em 1998. Esta reforma levou a que os 5 maiores portos que constituem o sistema portuário nacional, fossem geridos por uma autoridade independente, a Autoridade Portuária. Os serviços portuários passaram gradualmente para operadores privados, através de contratos de concessão. Assim, o sistema portuário português é analisado em termos de políticas regulatórias, modelo governamental e institucional. No intuito de verificar qual o posicionamento do porto de Aveiro no panorama portuário nacional em termos de eficiência e qual o impacto da reforma portuária de 1998 no porto de Aveiro, este trabalho recorre à técnica não paramétrica *Data Envelopment Analysis*, e conclui que o porto de Aveiro não se encontra bem posicionado a nível nacional. Este trabalho conclui que a reforma portuária não trouxe qualquer benefício para os níveis de eficiência do porto.

**keywords**

Efficiency, Seaports, Privatization, DEA, Ports Reform, Port of Aveiro.

**abstract**

In 1998, a global reform of the Portuguese port system was initiated. The reform intended to involve a higher participation of the private sector in the Portuguese seaports. The 1998 reform transformed the Portuguese governmental model from toolport to landlorport, and the 5 major seaports of the Portuguese port system became administrated by an independent authority, the called Authority Port. The services provided on the seaports were gradually transferred to private hands, through concession contracts. The Portuguese Port System is analyzed in terms of regulatory policies, governmental and institutional model. In order to verify the position of the Port of Aveiro in the Portuguese ports scenario in terms of efficiency and the impact of ports reform of 1998, this paper uses the non-parametric technique Data Envelopment Analysis, and concludes that the Porto of Aveiro seems to not be well placed at national level. We also conclude that the 1998 reform didn't had a positive impact on ports' efficiency.





# ÍNDICE

<b>LISTA DE GRÁFICOS .....</b>	<b>I</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>III</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>III</b>
<b>CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 2 SECTOR PORTUÁRIO: MODELOS DE GESTÃO E EFICIÊNCIA.....</b>	<b>3</b>
2.1 PORTOS E MODELOS DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIOS .....	3
2.2 SECTOR PORTUÁRIO E EFICIÊNCIA.....	5
<b>CAPÍTULO 3 CARACTERIZAÇÃO DO SECTOR PORTUÁRIO PORTUGUÊS .....</b>	<b>7</b>
3.1 ENQUADRAMENTO INSTITUCIONAL E REFORMA ESTRUTURAL .....	7
3.2 MODELO GOVERNAMENTAL .....	9
3.3 IMPORTÂNCIA DOS PORTOS PARA A ECONOMIA NACIONAL .....	10
3.4 PORTO DE AVEIRO .....	11
<b>CAPÍTULO 4 EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE: DEFINIÇÃO E MÉTODOS.....</b>	<b>13</b>
4.1 EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE .....	13
4.1.1 <i>Definições Gerais</i> .....	13
4.1.2 <i>Métodos de Avaliação da Eficiência</i> .....	14
4.2 DATA ENVELOPMENT ANALYSIS .....	15
4.2.1 Modelos DEA .....	16
4.2.1.1 Modelo DEA-CCR (CRS) .....	17
4.2.2 Modelo DEA-BCC (VRS).....	19
4.3 APLICAÇÃO DA DEA AOS PORTOS .....	20
<b>CAPÍTULO 5 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA PORTUÁRIA: O PORTO DE AVEIRO .....</b>	<b>23</b>
5.1 AMOSTRA E OBJECTO DE ESTUDO .....	23
5.2 ESPECIFICAÇÃO DO MODELO .....	23
5.2.1 <i>Outputs</i> .....	25
5.2.2 <i>Inputs</i> .....	26
5.3 RESULTADOS.....	27
5.3.1 Modelos DEA .....	28
5.3.2 DEA-CCR.....	29
5.3.2.1 O Porto de Aveiro no contexto nacional .....	29
5.3.2.2 A reforma portuária e o Porto de Aveiro .....	31
5.3.3 DEA-BCC.....	34
5.3.3.1 O porto de Aveiro no contexto nacional .....	34
5.3.3.2 A reforma portuária e o Porto de Aveiro .....	35
5.3.4 <i>Comparando os dois modelos</i> .....	35
<b>CAPÍTULO 6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXO I ENTRADA E SAÍDA DE MERCADORIAS ATRAVÉS DO PORTO DE AVEIRO (2006-2010) .....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXO II ESTUDOS DEA APLICADOS AO SECTOR PORTUÁRIO .....</b>	<b>45</b>



## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. MERCADORIAS ENTRADAS E SAÍDAS POR MODO DE TRANSPORTE (2008)	10
GRÁFICO 2. MERCADORIAS MOVIMENTADAS (2004-2011)	10
GRÁFICO 3. EVOLUÇÃO DO TRÁFEGO GLOBAL (2004-2011)	11
GRÁFICO 4. PORTO DE AVEIRO 2009 VS PORTO DE SETÚBAL 2010	30
GRÁFICO 5. PORTO DE AVEIRO 2009 VS PORTO DE SINES 2010	30
GRÁFICO 6. FOLGAS DO PORTO DE AVEIRO 2009 – DEA-CCR	31
GRÁFICO 7. FOLGAS MÉDIAS GLOBAIS – DEA-CCR (OPEX)	32
GRÁFICO 8. FOLGAS MÉDIAS GLOBAIS (Nº TRABALHADORES)	34



## **LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1. ENQUADRAMENTO INSTITUCIONAL DO SECTOR PORTUÁRIO PORTUGUÊS

8



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1. TAXA DE CRESCIMENTO DA MOVIMENTAÇÃO DE MERCADORIAS	10
TABELA 2. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA	14
TABELA 3. COMPARAÇÃO ENTRE AS TÉCNICAS SFA E DEA	15
TABELA 4. CARGA TOTAL MOVIMENTADA NOS PORTOS PORTUGUESES (2006-2011), VALORES EM MILHARES DE TONELADAS	23
TABELA 5. LISTA DAS VARIÁVEIS ENCONTRADAS NA LITERATURA	25
TABELA 6. RESUMO DOS MODELOS E VARIÁVEIS	27
TABELA 7. ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS UTILIZADAS PARA OS 5 PRINCIPAIS PORTOS PORTUGUESES ENTRE 2009 E 2010 (MILHARES DE TON)	27
TABELA 8. ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS UTILIZADAS PARA O PORTO DE AVEIRO ENTRE 1993 E 2004 (MILHARES DE TON)	28
TABELA 9. DEA-CCR: SCORES DE EFICIÊNCIA	29
TABELA 10. FOLGA DAS VARIÁVEIS POR DMU INEFICIENTE – PORTOS 2009-2010 (OPEX)	30
TABELA 11. NÍVEIS DE EFICIÊNCIA DO PORTO DE AVEIRO – DEA-CCR (OPEX)	31
TABELA 12. FOLGAS DAS VARIÁVEIS POR DMU INEFICIENTE – DEA-CCR (OPEX)	33
TABELA 13. NÍVEIS DE EFICIÊNCIA DO PORTO DE AVEIRO – DEA-CCR (Nº TRABALHADORES)	33
TABELA 14. NÍVEIS DE EFICIÊNCIA DOS PORTOS – DEA-BCC - 2009-2010 (OPEX)	34
TABELA 15. NÍVEIS DE EFICIÊNCIA DOS PORTOS – DEA-BCC (Nº TRABALHADORES)	34
TABELA 16. FOLGAS MÉDIAS GLOBAIS – DEA-BCC (Nº TRABALHADORES)	35
TABELA 17. NÍVEIS DE EFICIÊNCIA DO PORTO DE AVEIRO – DEA-BCC (OPEX)	35
TABELA 18. FOLGAS DAS VARIÁVEIS POR DMU INEFICIENTE – DEA-BCC (OPEX)	35









## CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

Medir o desempenho dos portos é uma tarefa complexa devido à diversidade de serviços e de operações prestadas nas imediações portuárias e à heterogeneidade dos portos a nível mundial e europeu. Ao longo das últimas décadas várias alterações ocorreram no sector portuário, nomeadamente no que respeita à forma de gestão dos portos. No decorrer dos anos, tem-se vindo a assistir a uma tendência mundial para uma menor participação do Estado no sector, e para uma crescente participação do sector privado. No entanto, na literatura económica é possível encontrar opiniões divergentes no que concerne ao benefício da intervenção do Estado no sector portuário.

Atualmente é possível encontrar uma variedade de portos a nível mundial, que diferem pelo grau de intervenção do Estado. Os vários tipos de portos que existem a nível mundial variam entre portos totalmente privatizados, nos quais o Estado não tem qualquer poder, os denominados *Fully Privatized Ports*, e os portos nos quais a Autoridade Portuária oferece o leque completo de serviços necessários ao funcionamento do sistema portuário, os *Service Port*. De acordo com o Banco Mundial (2001), estes últimos têm um carácter predominantemente público enquanto os *Fully Privatized Ports* se focam no interesse privado. Entre estes dois modelos extremistas, podemos encontrar o modelo mais utilizado atualmente, o modelo *Landlord Port*. Este modelo distingue-se dos demais, uma vez que faz um equilíbrio entre os interesses do sector privado e das Autoridades Portuárias. O modelo *Landlord Port* tem sido amplamente adotado pela grande maioria dos países, não sendo Portugal uma exceção. Este modelo foi introduzido em Portugal, através da reforma portuária de 1998. Contudo, as vantagens em termos de eficiência advindos desta reforma são um tema pouco explorado no panorama nacional.

Perante esta lacuna, parece-nos de grande pertinência estudar o atual cenário do sistema portuário português, em termos de eficiência. Assim, este trabalho tem dois objetivos primordiais. O primeiro, passa por fazer uma análise comparativa dos 5 principais portos portugueses. Esta análise pretende identificar e perceber quais os portos mais eficientes de Portugal Continental, e verificar qual o posicionamento do Porto de Aveiro, em termos de eficiência, no sistema portuário nacional. Um estudo realizado por Barros (2003a) verificou que para os anos de 1999 e 2000, o porto de Aveiro surgiu como um porto ineficiente relativamente aos restantes portos nacionais portugueses. Assim, este trabalho pretende verificar se, passada uma década, esse cenário se alterou ou não. Perante os resultados obtidos, este trabalho verifica ainda, usando a análise de folgas, quais as variáveis que devem ser melhoradas no sentido dos portos que surgem como ineficientes, se tornarem eficientes.

É ainda de grande importância estudar qual o efeito da reforma portuária de 1998 nos níveis de eficiência dos portos. No entanto, devido ao condicionalismo imposto pela pouca disponibilidade de dados, esta análise centra-se apenas no Porto de Aveiro. Assim, o segundo objetivo deste trabalho passa por analisar qual o impacto da referida reforma no Porto de Aveiro. Pretendemos assim verificar se a alteração na gestão do porto, que confere mais autonomia às Autoridades Portuárias, teve um impacto positivo no desempenho do mesmo, ou pelo contrário, se essa alteração que outorgou mais responsabilidade à

iniciativa privada não trouxe quaisquer benefícios para a eficiência. A escolha do Porto de Aveiro como objeto de análise deste trabalho deve-se à sua proximidade com a instituição de ensino onde este trabalho se insere, a Universidade de Aveiro, o que facilitou a realização de um estágio curricular e assim, um mais fácil acesso a dados estatísticos para a realização desta investigação.

Expostos os objetivos primordiais deste trabalho, fazemos agora uma breve abordagem à metodologia utilizada para os atingir. A avaliação do desempenho pode ser realizada através de diversas técnicas alternativas, apresentando cada uma delas vantagens e desvantagens. Assim a escolha da técnica a utilizar é baseada nos objetivos específicos do estudo. A técnica utilizada nesta investigação é o *Data Envelopment Analysis*, conhecida usualmente por DEA. Esta técnica baseia-se num modelo não paramétrico que mede a eficiência relativa de cada entidade através de um processo matemático. O DEA estabelece uma fronteira eficiente e mede a diferença entre o que foi produzido e o que poderia ter sido produzido se realizado de forma eficiente, ou o que foi consumido e quanto deveria ter sido consumido para produzir a mesma quantidade de bens e serviços. A ineficiência é medida pela diferença entre estes valores. Embora vários modelos de DEA tenham sido desenvolvidos, desde a sua criação em 1978, este trabalho apenas se centra na análise dos dois modelos principais (e mais tradicionais): o modelo DEA-CCR, que se caracteriza por apresentar rendimentos constantes à escala e, o modelo DEA-BCC, que apresenta rendimentos de escala variáveis. Cabe ressaltar que, devido à falta de dados estatísticos relativos aos preços, este trabalho apenas tem em consideração a eficiência técnica, não sendo objeto deste estudo a análise da eficiência alocativa.

Este trabalho está organizado em 6 capítulos. O primeiro, e presente capítulo, pretende dar uma visão geral do estudo, definindo os objetivos que o trabalho ambiciona alcançar, a metodologia para isso utilizada e a estrutura do trabalho. O subsequente capítulo caracteriza o objeto de estudo em análise, o sector portuário. Ainda neste capítulo é abordada a evolução do sector portuário no que concerne à participação privada e organização do sector.

O capítulo 3 apresenta o modelo de gestão adotado pelo sistema portuário português, enfatizando as alterações nele ocorridas. O capítulo termina com uma breve análise do Porto de Aveiro, uma vez que este é o objeto de estudo central deste trabalho. No capítulo 4, desenvolvemos um estudo para percebermos qual o modelo que devemos utilizar na nossa análise. Através da revisão da literatura existente sobre o tema, concluímos que nos últimos anos a técnica DEA tem sido amplamente utilizada nos estudos relacionados com eficiência portuária, sendo este o método por nós utilizado.

Por fim, no capítulo 5, aplicamos a metodologia não-paramétrica para dar resposta aos objetivos a que nos propusemos. Para tal, modelizamos uma função de produção portuária, baseada na literatura existente e procedemos à nossa estimação. Este trabalho termina com o capítulo 6, no qual apresentamos as principais conclusões dos capítulos anteriores e expomos as conclusões da nossa investigação.

## **CAPÍTULO 2**

## **SECTOR PORTUÁRIO: MODELOS DE GESTÃO E EFICIÊNCIA**

Vários modelos organizacionais têm vindo a ser implementados nos portos a nível mundial, diferenciando-se pelo grau de intervenção do sector público. Com as reformas portuárias ocorridas na grande maioria dos países assistiu-se, na última década, a um aumento da presença do sector privado no sector portuário. Contudo, a literatura não é eximia em afirmar que esta seja a melhor forma de gestão portuária em termos de eficiência.

### **2.1 PORTOS E MODELOS DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIOS**

Os portos são instalações que têm como principal função a transferência de passageiros e mercadorias entre o mar e a terra e vice-versa. A sua relevância para a economia precede do facto da maioria do comércio externo ser realizado por via marítima. Gonzalez e Trujillo (2007) estimam que cerca de 90% do comércio internacional da União Europeia é realizado por via marítima e quando analisados os territórios insulares este valor aumenta consideravelmente. Estes autores afirmam ainda que os portos constituem um elo importante na cadeia de transporte, de forma que o nível de eficiência dos mesmos afeta em grande parte a competitividade de um país. A eficiência portuária traduz-se em preços de exportação mais reduzidos, o que por sua vez faz com que se favoreça a competitividade dos produtos de um país nos mercados internacionais.

O conceito de porto tem vindo a sofrer alterações ao longo do tempo, sendo reconhecidas três fases nessa evolução. Até à década de 60, a primeira geração de portos caracterizava-se maioritariamente por fazer a interface entre os transportes marítimo e terrestre de mercadorias. A segunda geração de portos emergiu entre 1960 e 1980 e envolve o seu desenvolvimento em centros de transporte de serviços industriais e comerciais. A terceira geração surgiu em 1980, devido em grande parte à tendência mundial para a contentorização e maior intermodalidade, juntamente com o crescimento das trocas internacionais.

Atualmente os portos caracterizam-se por ser locais de transferência entre variados modais de transporte, sendo centros de transporte combinados. São mercados multifuncionais e áreas industriais, onde as cargas estão em transito, são manipuladas, manufaturadas e distribuídas. Assim, os portos são sistemas multidimensionais. Um porto eficiente requer, além da infraestrutura, supraestrutura e equipamentos, sistemas de comunicação adequados, uma equipa administrativa motivada e uma força de trabalho com a qualificação adequada (Estaches e De Rus, 2002)

Os portos são organizações que produzem múltiplas atividades intervindo na sua prestação uma grande variedade de agentes, tendo cada um desses agentes um objetivo específico. Na nova configuração atribuída aos portos, o recinto portuário não se limita a produzir o intercâmbio de passageiros e mercadorias. Nele são também prestados serviços aos navios e desenvolvidas atividades comerciais e industriais. Dentro das mercadorias produzidas, os portos não são homogêneos, produzindo diversos tipos de carga, que requerem instalações e serviços especializados. A existência de uma multiplicidade de

serviços leva ainda a outra característica distintiva do sector portuário, a produção simultânea de bens públicos e privados, facto que torna este sector muito difícil de ser regulado.

Os serviços produzidos nos portos requerem também a existência de uma multiplicidade de mercados, por forma a completarem a sua cadeia logística de transportes. Para além da característica de multi-mercados, Trujillo e Nombela (2000) defendem que o sector se caracteriza ainda pelo facto do grau de concorrência entre os mercados portuários depender em grande parte de fatores que estão geralmente fora do controlo da Autoridade Portuária (AP), tais como a localização do porto relativamente às rotas marítimas (o que determina a conectividade), o tamanho e a tendência de desenvolvimento da economia regional (o que determina a procura) e a qualidade e cobertura da rede geral de transportes (o que determina o grau de concorrência intra-portuária, i.e. o grau de concorrência entre os portos).

Assim, no desenvolvimento das múltiplas atividades que ocorrem num porto, existem agentes públicos e privados, facto que sustenta a necessidade de um agente regulador. Regra geral, este papel de coordenador/regulador das atividades portuárias é desempenhado pelas APs, que podem ser dependentes ou totalmente independentes do sector público.

Juntamente com o desenvolvimento do conceito e funções dos portos assistiu-se, nas últimas décadas, a reformas no sistema portuário, no sentido de autorgarem mais competências à iniciativa privada. Assim, a distribuição por várias partes dos direitos de propriedade sobre as infraestruturas, supraestruturas e serviços deu azo a diferentes formas de propriedade portuária. O Banco Mundial (2001) propõe quatro modelos de governo que representam a maioria dos formatos existentes nos diferentes portos: o *Service Port*, o *Tool port*, o *Landlord Port* e o *Fully Privatized Port*.

De acordo com o Banco Mundial (2001), o modelo *Service Port* incide predominantemente no interesse público. Neste modelo a AP oferece o leque completo dos serviços necessários ao funcionamento do sistema portuário. O porto detém, mantém e opera todos os ativos e todas as atividades de manuseamento de carga são executadas por trabalhadores diretamente contratados pela AP (Banco Mundial, 2001).

O modelo *Tool Port* caracteriza-se por fazer uma divisão entre as responsabilidades operacionais. Segundo o Banco Mundial (2001), a AP detém, desenvolve e mantém a infraestrutura e supraestrutura portuárias, incluindo o equipamento de manuseamento da carga.

Ao modelo *Landlord Port* corresponde uma mistura entre competências públicas e privadas. Nele, a AP detém a propriedade do porto, atuando como organismo regulador, enquanto a infraestrutura é concessionada a operadores privados. As responsabilidades da AP incluem o desenvolvimento a longo prazo do porto e a manutenção de todas as infraestruturas. Às empresas privadas cabe a exploração da área que lhe é conferida bem como os equipamentos nela instalados. De acordo com o Banco Mundial (2001), o modelo *Landlord Port* permite uma melhor identificação de responsabilidades mas requer também uma maior coordenação da estratégia comercial do porto.

Por último, o modelo *Fully Privatized Port* caracteriza-se por excluir qualquer influência do sector público na atividade portuária. O território do porto é propriedade privada e todas as atividades de

operação e regulação são realizadas por empresas privadas (Banco Mundial, 2001). Este modelo é pouco utilizado mundialmente, sendo exemplo na Europa, os portos do Reino Unido.

Podemos então concluir que o paradigma da gestão portuária se alterou profundamente nas últimas décadas, tendo conduzido a modelos de organização portuária que oferecem um equilíbrio entre a prestação de um serviço público e o desenvolvimento de uma atividade comercial dos portos. Assim, nos últimos anos tem-se assistido a uma tendência mundial nos portos para um modelo de participação mista entre capitais públicos e privados (Trujillo e Nombela, 1999), sendo atualmente o modelo do tipo *Landlord Port* o mais usual.

## 2.2 SECTOR PORTUÁRIO E EFICIÊNCIA

Apesar da presença permanente do sector público na Administração Portuária, não é clara que esta seja a forma mais eficiente de organizar o sector. Experiências internacionais demonstram que a participação privada no sector portuário levaram a substanciais melhorias na eficiência das operações (Estaches *et al.*, 2002). No entanto, embora as evidências apontem para uma melhor performance do sector privado face ao público no sector portuário, elas não são conclusivas (Defillippi 2010).

Cullinane *et al.* (2002) empregam dois modelos diferentes para verificar a eficiência de uma amostra de terminais de contentores asiáticos. Os autores encontram evidência de que a privatização está relacionada com as melhorias observadas no seu estudo dos Terminais. Cullinane e Song (2003), encontram evidências de que os níveis de eficiência nos terminais de contentores coreanos aumentam com o grau de propriedade privada.

Ao estudar o sistema portuário mexicano, Estaches *et al.* (2002) usam uma análise em painel de 11 Administrações Portuárias independentes, e concluem que a descentralização e privatização dos portos mexicanos produziram efeitos positivos em praticamente todas as APs, e que os ganhos de produtividade alcançaram valores entre 6% e 8% ao ano no período de 1996 a 1999 para toda a indústria. Além disso, Estaches *et al.* (2004) concluem que a reforma mexicana introduziu incentivos aos operadores portuários para aumentarem a capacidade e adotarem novas tecnologias, que constituíram os maiores contributos para os ganhos de eficiência.

Serebrisky e Trujillo (2005) ao analisar a privatização e desregulação dos portos argentinos, concluem que o processo levou o *Puerto Nuevo de Buenos Aires* de ser o porto menos eficiente da América Latina para ser o mais eficiente. O volume das mercadorias cresceu significativamente bem como o número de toneladas manuseadas por trabalhador (passou de 900 por ano em 1991 para 5417 em 2001). A privatização permitiu ainda a redução do tempo médio de duração dos barcos em cerca de 79% entre 1995 e 2002 e contribuiu ainda para a eliminação dos subsídios cruzados e para a redução da carga fiscal.

No entanto, não existe consenso na literatura em relacionar as melhorias de eficiência com a privatização portuária. Cullinane e Song (2002) no seu estudo sobre qual a forma de propriedade que leva a melhores níveis de eficiência (pública ou privada), concluem que, para os portos do Reino Unido, é extremamente difícil concluir se a forma de propriedade constitui um fator significativo para o desempenho

e eficiência de um porto. Os autores concluem que a privatização é apenas uma cura parcial para os problemas económicos portuários que, quando implementada sozinha, não alcança os resultados desejados.

Tongzon e Heng (2005) analisam uma amostra de terminais de contentores a nível mundial e mostram que o aumento da participação privada no sector contribuiu para o aumento da eficiência. Contudo, a privatização total não. Baseados nos seus estudos, os autores argumentam que a melhor prática é limitar a participação privada às funções de operador e proprietário, cabendo ao sector público as funções de regulador. Liu (1995) ao comparar a eficiência de portos públicos e privados do Reino Unido não consegue demonstrar que a forma de propriedade tem efeitos significativos na eficiência. Também Notteboom et al. (2000), ao analisarem 36 terminais de contentores europeus e 4 asiáticos, não conseguem encontrar uma relação clara entre o tipo de propriedade e os níveis de eficiência.

Baird (2002) argumenta que a privatização portuária oferece aos utilizadores do porto e à economia como um todo, muitas vantagens, mas apenas quando implementada de forma correta e pelas razões adequadas. Baird (1999) argumenta ainda que, a venda da área portuária e a transferência das funções operacionais e reguladoras possa ser contra produtivo, sendo o suporte do sector público em determinados elementos da infraestrutura portuária ainda necessários.

Podemos assim concluir que, dentro da literatura, não existe um consenso quanto à melhor forma de organizar o sector. Por um lado, existem estudos que comprovam que a privatização levou a que os portos alcançassem melhores níveis de eficiência. Por outro lado, outros estudos não conseguem encontrar uma relação positiva entre privatização e eficiência, demonstrando que esta, quando implementada sozinha, ou de forma menos correta, não traz quaisquer ganhos de eficiência aos portos.

Esta divergência encontrada na literatura vem realçar a importância do estudo deste trabalho, no qual tentamos perceber em que medida a privatização do sector portuário português influenciou o desempenho dos portos nacionais, nomeadamente a eficiência do Porto de Aveiro.



## CAPÍTULO 3

## CARACTERIZAÇÃO DO SECTOR PORTUÁRIO PORTUGUÊS

A preferência por modelos de gestão portuária que combinam participação pública e privada também se manifestou no caso português. Seguindo esta tendência, o sistema portuário português tem vindo a introduzir, desde a década de 90, uma série de alterações que pretendem configurar os portos como uma organização mais competitiva. Neste sentido, os portos portugueses têm avançado para o modelo *Landlord Port*.

### 3.1 ENQUADRAMENTO INSTITUCIONAL E REFORMA ESTRUTURAL

O território continental dispõe de nove portos comerciais, cinco dos quais fazem parte do sistema principal, Aveiro, Leixões, Lisboa, Setúbal e Sines, que são geridos por APs, e quatro portos secundários, Faro, Figueira da Foz, Portimão e Viana do Castelo. Recentemente os portos da Figueira da Foz e de Viana do Castelo integraram as APs de Aveiro e de Leixões respetivamente, deixando assim de ser administrados pelo Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos (IPTM), como é o caso de Faro e Portimão. Os arquipélagos da Madeira e dos Açores têm o seu próprio sistema portuário.

Com o fim das barreiras no Mercado Único Europeu, os portos portugueses ficaram sujeitos a níveis de competitividade mais elevados. Com o objetivo de se tornar mais competitivo, o sector portuário português sofreu uma reforma gradualmente implementada. Monteiro (2003) estabelece que a racionalidade por trás dessa reforma é a crença de que um mercado competitivo, com maior participação de capital privado nos investimentos e no provisionamento de serviços ligados ao porto, contribui decisivamente para a melhoria da eficiência e competitividade portuária. A redução dos preços e melhorias significativas na qualidade dos serviços contribuem para uma maior satisfação dos usuários do porto.

Com a implementação da reforma, as operações portuárias ficaram a cargo do sector privado, enquanto a administração da infraestrutura passou a ser da responsabilidade das APs e dos institutos portuários. O papel regulador ficou a cargo do então criado Instituto do Trabalho Portuário (ITP). No entanto, alterações mais recentes levaram à criação do IPTM que atualmente atua como regulador e administrador da infraestrutura portuária. Segundo Monteiro (2003), estas alterações tiveram o propósito de clarificar o papel do Estado para o desenvolvimento do sector e aumentar progressivamente a participação do sector privado.

Desde Novembro de 2002, uma alteração no governo Português levou à integração do Sector Marítimo-Portuário no Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações (MOPTC). O MOPTC é um órgão que tem por missão definir, coordenar e executar a política nacional nos domínios da construção e obras públicas, dos transportes aéreos, marítimos, fluviais e terrestres, e das comunicações. Através da Secretaria de Estado dos Transportes (SET) tem diversas atribuições, como sejam o desenvolvimento legal e regulamentar das atividades e transportes marítimos, a coordenação, promoção, gestão e modernização das infraestruturas portuárias, assegurar a coordenação do sector dos transportes e estimular a

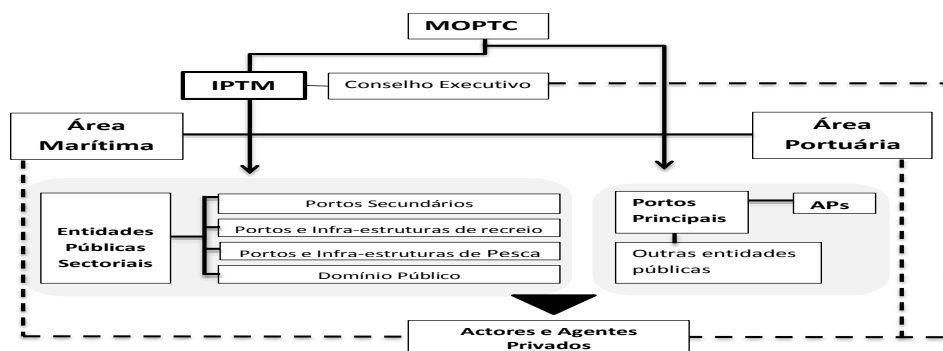
complementaridade entre os diversos modos, bem como a sua competitividade, visando a melhor satisfação dos usuários. O SET tem também como função supervisionar o IPTM.

O IPTM tem personalidade jurídica, administrativa e autonomia financeira e detém o seu próprio património. As suas funções incluem a supervisão de todo o país, coordenação e planeamento, desenvolvimento estratégico, normalização, regulação e fiscalização das áreas marítimas e portuárias. A administração dos portos secundários do continente e a navegação do rio Douro também são da responsabilidade do IPTM, com exceção do Porto de Viana do Castelo e Figueira da Foz, como acima foi referido.

Marques *et al.* (2010) defendem que a gestão dos portos de Faro e Portimão por parte do IPTM, é incompatível com o seu papel de regulador no longo prazo, uma vez que o seu papel de regulador pode ir ao encontro dos seus interesses enquanto gestor. Os autores argumentam que estes dois portos secundários devem alcançar uma maior autonomia, incluindo a transferência da sua jurisdição para a AP dos portos principais e estabelecer unidades de negócio com autonomia de gestão articuladas com os portos principais, uma realidade já existente nos portos da Figueira da Foz e Viana do Castelo.

A estrutura do sector portuário português apresenta assim duas entidades fundamentais, as AP autónomas e o IPTM, ambas dependentes do MOPTC. Recentemente, com a reestruturação do IPTM, foi constituído um Conselho Consultivo, participado por todas as entidades, comunidades e agentes económicos e sociais implicados no sector. A Figura 1 apresenta o enquadramento institucional do sector.

Figura 1. Enquadramento Institucional do Sector Portuário Português



Fonte: MOPTC, 2007

Em 1998 a resolução nº 82/98 do Conselho de Ministros aprovou o guia estratégico apresentado no Livro Branco “Política Marítimo-Portuária Rumo ao Século XXI”, no qual o modelo *Landlord Port* é referenciado como o melhor método para introduzir a participação privada no sector. O ponto de partida da política marítima portuguesa foi o reconhecimento do papel estratégico dos portos e do transporte marítimo para o comércio externo e para o desenvolvimento sustentável a longo prazo, reconhecendo os portos como parceiros para aumentar a competitividade e internacionalização da economia (Monteiro, 2003).

Em linha com as políticas definidas para outros sectores da economia, as diretrizes definidas para o sector dos transportes sustentam a separação das diferentes funções e atividades. Essas diretrizes promoveram a redução da intervenção do Estado na economia, através de políticas regulatórias e reforçaram o papel do estado como regulador e fiscalizador. Neste contexto as seguintes funções foram separadas e atribuídas a diferentes entidades:

- Regulação, fiscalização, planeamento e formulação de políticas públicas;
- Gestão da infraestrutura portuária;
- Operações portuárias.

Após a aprovação das linhas estratégicas expostas no Livro Branco, várias medidas legislativas foram aprovadas durante 1998. Com a implementação dessas medidas o governo ambicionou estabelecer as bases para um novo dinamismo no desenvolvimento das atividades marítimas e portuárias.

### 3.2 MODELO GOVERNAMENTAL

Atualmente, o modelo de gestão dos principais portos portugueses é o modelo *Landlord Port*. O objetivo principal é que o sector privado seja responsável pelas atividades comerciais e operacionais, permitindo às autoridades públicas focarem-se no seu papel de AP. Assim, os operadores portuários têm uma forte participação nos investimentos da infraestrutura e na administração do trabalho. O investimento público nos portos é atualmente direcionado para a melhoria dos acessos portuários e para a otimização da infraestrutura portuária, sendo o investimento realizado pelos concessionários privados direcionado para melhorar a eficiência dos terminais portuários com o objetivo de fornecer melhores serviços (Monteiro, 2003).

Em Portugal, a maioria da carga é movimentada por operadores privados, através de contratos de concessão. No entanto, embora a legislação estabeleça que apenas em situações excecionais o serviço de movimentação de carga possa ser efetuado por outro meio que não a concessão, algumas APs ainda fornecem alguns desses serviços.

A participação do sector privado no sector portuário é a forma que Portugal escolheu para alcançar o seu objetivo maior, portos mais eficientes e competitivos. Adicionalmente, a alienação pelo Estado deste serviço público cria exigências maiores no que respeita à regulação e supervisão do sector, que quando não bem implementadas geram prejuízos em termos de eficiência. A não implementação e supervisão da regulação pode levar a abusos de poder e a baixos níveis de eficiência. Isto tem implicação direta na economia do país, uma vez que portos eficientes e competitivos geram riqueza. Em Portugal, ainda não é suficientemente clara a distinção das funções regulatórias devido à proliferação de diferentes organismos e entidades, com diversos atributos e, por vezes, com responsabilidades sobrepostas ou em conflito.

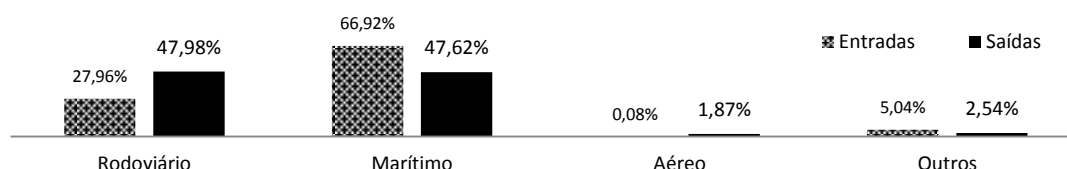
A provisão de serviços portuários em Portugal é tripartida: diretamente através dos recursos operacionais da autoridade portuária, por empresas privadas através de contratos de licenças de curto

prazo ou através de contractos de concessão, nos quais os operadores privados atuam sob contractos de longa duração (Barros, 2006).

### 3.3 IMPORTÂNCIA DOS PORTOS PARA A ECONOMIA NACIONAL

O comércio externo assume grande importância em Portugal, principalmente no que respeita ao seu papel como motor do crescimento económico. Este reparte-se de forma heterogénea entre diversos modos de transporte, sendo o modal marítimo o preferencial para as trocas comerciais. De acordo com elementos estatísticos de 2008, os mais recentes disponíveis, o transporte marítimo é responsável por cerca de 63% das importações e por 48% das exportações. No entanto, no que se refere às exportações, o modo rodoviário assume o mesmo peso do modo marítimo.

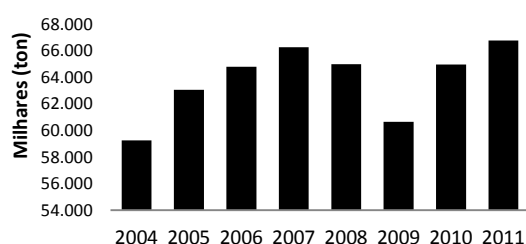
**Gráfico 1. Mercadorias Entradas e Saídas por modo de transporte (2008)**



Fonte: INE

Como consequência da contração da produção e do consumo derivados da crise económica iniciada em 2007, o comércio mundial diminuiu acentuadamente em 2008. Este cenário levou a que a movimentação de carga do sector portuário português tenha registado uma quebra acentuada nesse ano, que se agravou em 2009, tendo-se verificado uma taxa de crescimento negativa de 1,79% e 6,79% respetivamente. O Gráfico 2 e a Tabela 1 ilustram essa realidade entre 2004 e 2011.

**Gráfico 2. Mercadorias Movimentadas (2004-2011)**

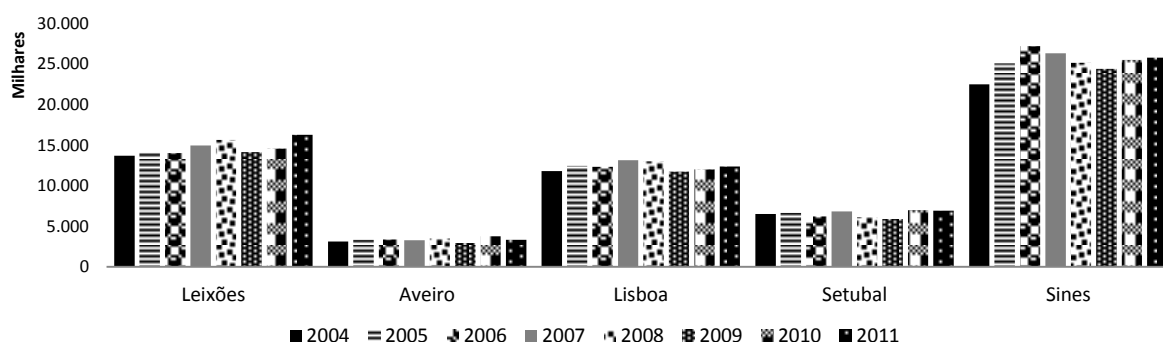


**Tabela 1. Taxa de crescimento da movimentação de mercadorias**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Leixões	2,53%	-0,25%	6,65%	4,59%	-9,55%	3,01%	11,61%
Aveiro	6,23%	0,62%	-2,36%	5,98%	-15,89%	28,72%	-11,60%
Lisboa	5,41%	-1,02%	7,04%	-1,36%	-9,77%	2,40%	3,06%
Setúbal	1,85%	-6,59%	10,15%	-10,39%	-3,64%	18,73%	-1,62%
Sines	11,41%	8,61%	-3,30%	-4,37%	-3,06%	4,53%	1,17%
<b>TOTAL</b>	<b>6,71%</b>	<b>2,56%</b>	<b>2,30%</b>	<b>-1,79%</b>	<b>-6,79%</b>	<b>6,36%</b>	<b>2,88%</b>

Uma vez que os cinco principais portos portugueses representam cerca de 96% da movimentação total nacional, consideram-se representativos do panorama total do sistema portuário nacional. Através da análise do Gráfico 3, podemos verificar que a quebra na movimentação das mercadorias em 2008 e 2009 foi uma realidade em todos os portos portugueses, tendo-se iniciado uma recuperação dos valores de carga movimentada a partir de 2010.

Gráfico 3. Evolução do Tráfego Global (2004-2011)



Assim, embora se tenha assistido a uma contração do comércio mundial, a que os portos não foram alheios, eles continuam a ser o modal preferencial para a sua realização, não só pela localização privilegiada de Portugal nas rotas marítimas mundiais bem como pelos menores custos a eles associados para o transporte de mercadorias.

Justificada a importância do sistema portuário para a economia nacional, importa agora caracterizar o Porto de Aveiro, objeto de análise deste trabalho, e perceber o seu posicionamento no sistema portuário nacional.

### 3.4 PORTO DE AVEIRO

O porto de Aveiro, administrado pela Administração do Porto de Aveiro (APA), apresentou nos últimos anos um significativo dinamismo, refletido num crescimento significativo do tráfego e num aumento progressivo do grau de diversificação dos produtos movimentados. O porto encontra-se dividido em cinco zonas portuárias: Terminal Norte, Terminal Sul, Terminal de Granéis Líquidos, Porto de Pesca Costeira e Porto de Pesca do Largo. No entanto, uma vez que o objeto de estudo deste trabalho é a análise do porto como um todo e não apenas um determinado terminal, não interessa para o mesmo a análise de cada zona portuária de forma individualizada.

Em termos gerais, o porto de Aveiro foi responsável por 5% do total de mercadorias movimentadas pelos 5 maiores portos portugueses, entre 2002 e 2011. O tráfego do porto de Aveiro regista um certo equilíbrio entre entradas e saídas de mercadorias, 1,4 milhões e 1,9 milhões de toneladas, respetivamente. A quase totalidade do tráfego de Aveiro efetua-se com a Europa. Em 2006, à exceção da Turquia que representou 16% das mercadorias importadas através do porto, cerca de 80% das mercadorias entradas no porto vieram de países europeus, sendo que a Holanda foi responsável por 13% dessas mercadorias, o Reino Unido por 12% e a França por 11%. Em relação às exportações, a Holanda foi responsável por 16,1% das mercadorias saídas do porto. Marrocos foi o segundo principal parceiro comercial, representando 15,5%. Em 2007, com um total de 270.842,31 toneladas, a Turquia permanece em primeiro lugar no que respeita às importações, seguida do Reino Unido com 230.703,03 toneladas, o que corresponde a 12% do total das importações. O cenário altera-se um pouco no que respeita às exportações. Espanha com uma

quota de 15% foi o principal país para o qual Portugal exportou através do porto;. 70% das exportações foram realizadas para países europeus.

Em 2008, a Turquia deixa de estar no topo dando lugar à Holanda, com 13% do total das mercadorias importadas, seguida imediatamente pela Espanha e pelo Reino Unido com 12% e 10% respetivamente. A Espanha, no que respeita às exportações é o principal país (311.930,91 toneladas). Em 2009, o principal parceiro comercial ao nível da importação é novamente um país europeu, França. Este país representa 19% do total de mercadorias entradas no porto. Os três principais destinos para os quais as mercadorias deixam o porto, são a Holanda, Portugal e Bélgica, representando 40% do total. No ano de 2010, as mercadorias entradas e saídas através do Porto de Aveiro com origem ou destino a Portugal, ganham destaque, estando as mesmas em primeiro lugar tanto nas importações (14%) como nas exportações (13%). No Anexo I, apresentamos os dados das entradas e saídas de mercadorias efetuadas através do Porto de Aveiro para os anos de 2006 a 2010.

## CAPÍTULO 4

## EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE: DEFINIÇÃO E MÉTODOS

A análise da eficiência e da produtividade é um campo com crescente relevância que tem ganho grande interesse em sectores de infraestruturas e serviços públicos, devido ao potencial que oferecem estas técnicas como ferramenta da regulação. Poder comparar o desempenho das empresas reguladas permite reduzir o problema de assimetria de informação e aumentar a eficiência das políticas públicas, de forma a diminuir a ineficiência produtiva das empresas. Segundo Cullinane *et al.* (2005), uma das abordagens mais importantes para avaliar o nível de sucesso atingido pela privatização é observar e medir qualquer alteração no desempenho da unidade privatizada.

Os trabalhos de investigação que analisam a eficiência, produtividade e desempenho portuário são, de acordo com Gonzalez e Trujillo (2007), escassos, bem como a própria revisão de literatura sobre os portos. O estudo económico dos mesmos começou na década de 60, sendo que apenas na década de 90 surgiram os primeiros estudos sobre eficiência portuária.

## 4.1 EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE

Existem dois conceitos principais relacionados com o desempenho económico: produtividade e eficiência. Embora relacionados, são conceitos distintos. A eficiência centra-se na comparação de valores observados de *outputs* e fatores, com valores ótimos relativos, que procedem da evidência proporcionada por outras empresas. A produtividade, centra-se na relação entre a quantidade de *inputs* necessária para produzir determinada quantidade de *outputs* (Coelli *et al.*, 2005).

## 4.1.1 Definições Gerais

A medida de desempenho mais tradicional é a produtividade. Regra geral, assumimos que quanto maior a produtividade, melhor o desempenho de uma organização. A forma mais simples de medir a produtividade consiste no rácio:

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

Esta forma tradicional de medir a produtividade é conhecida como *medida de produtividade parcial*. Segundo Cooper *et al.* (2006), quando usada, esta medida de produtividade, pode levar a uma avaliação errónea do desempenho, uma vez que pode atribuir ganhos a um *input* ou *output* que seriam resultantes de outros fatores não contemplados na análise. Assim, surge o conceito de *medida de produtividade total*, a qual considera todos os *inputs* e *outputs* obtidos. Por forma a agregar fatores diferentes como capital e trabalho num único índice, a *medida de produtividade total*, considera a soma ponderada dos produtos a dividir pela soma ponderada dos recursos utilizados. Ou seja, a produtividade total é a relação entre o *output* total e a soma de todos os meios de produção (*inputs*). Num processo que utilize 3 *inputs* para produzir 2 *outputs*, a *medida de produtividade total* é:

$$\text{Produtividade Total} = \frac{\text{Output}_1 u_1 + \text{Output}_2 u_2}{\text{input}_1 v_1 + \text{input}_2 v_2 + \text{input}_3 v_3}$$

Onde,  $u_1$  e  $u_2$  são os pesos atribuídos aos *outputs* e  $v_1$ ,  $v_2$  e  $v_3$  os pesos atribuídos aos *inputs*.

A eficiência de uma empresa no desenvolvimento da sua atividade está associada ao uso racional dos recursos disponíveis. Um dos trabalhos com maior repercussão na Teoria da Produção, e que influenciou inquestionavelmente os trabalhos sobre eficiência e produtividade foi o de Farrell (1957). O autor propõe que a função de produção eficiente seja medida empiricamente, baseada nos melhores resultados observados e não através da função produção teórica. O autor propõe que a medida de eficiência relativa seja obtida ao comparar a eficiência observada de uma empresa com a eficiência ideal atingível.

Farrell (1957) construiu uma fronteira linear por partes baseada nas observações. Essa fronteira era calculada através de sistemas de equações lineares e possibilitava identificar as unidades eficientes e não eficientes, e decompor a medida em duas outras componentes: uma técnica e outra alocativa. A eficiência técnica reflete a capacidade de uma empresa maximizar o *output* dada uma quantidade de *inputs*, e eficiência alocativa (eficiência preço), que reflete a capacidade de uma empresa utilizar os *inputs* em proporções ótimas, dado o nível dos seus preços.

Este trabalho centra-se na eficiência técnica. Considera-se que, a partir da combinação de *inputs* e *outputs*, o nível de eficiência técnica de cada empresa é determinado pelo resultado do processo produtivo e do seu contraste com o que obtêm os restantes portos, ou anos em análise, conforme as DMUs (*Decision Making Units*) em análise.

#### 4.1.2 Métodos de Avaliação da Eficiência

Os métodos de avaliação da eficiência podem classificar-se em função do seu carácter paramétrico e determinístico. Os métodos determinísticos caracterizam-se por não darem nenhum tratamento especial ao ruído presente nos dados, ainda que aceitem o facto de que os dados estejam contaminados. Os métodos estocásticos consideram a natureza aleatória das produção. A componente aleatória pode advir de sucessos não controláveis que afetam de diferentes formas cada empresa. Assim os métodos estocásticos assumem que a distância da unidade analisada à fronteira é em parte fruto de perturbações aleatórias, e os determinísticos que essa distância é fruto da ineficiência (Hollingsworth *et al.*, 1999).

A divisão entre métodos paramétricos e não-paramétricos é realizada consoante os métodos inferem parâmetros a partir de uma determinada amostra ou não. Os métodos paramétricos assumem *a priori*, uma forma funcional da função de produção. Os métodos não-paramétricos não estabelecem previamente uma forma funcional da fronteira, sendo esta construída a partir de observações da amostra, de forma empírica.

**Tabela 2. Métodos de Avaliação da Eficiência**

Métodos Analíticos	Paramétricos	Não Paramétricos
<b>Determinísticos</b>	Programação matemática paramétrica e Análise de fronteira determinística	Data Envelopment Analysis (DEA)
<b>Estocásticos</b>	Stochastic Frontier Analysis (SFA)	Stochastic Data Envelopment Analysis

*Fonte: Hollingsworth et al. (1999)*



Perante a literatura existente, verifica-se que os métodos mais usuais para a medição da eficiência são o *Data Envelopment Analysis (DEA)*, dentro dos métodos não paramétricos, e a *Análise de Fronteira Estocástica (SFA)*, dentro dos paramétricos.

O DEA é um modelo não-paramétrico que supõe apenas a concavidade da função de produção e ignora o ruído contido nos dados. A SFA considera o ruído, mas depende da especificação funcional da função de produção. As vantagens e desvantagens de cada técnica são descritas na Tabela 3.

**Tabela 3. Comparação entre as técnicas SFA e DEA**

Categoria	DEA	SFA
<b>Descrição</b>	Método de programação linear que constrói uma fronteira de produção não-paramétrica pela interpolação linear dos dados.	Método econométrico que estima uma fronteira eficiente da forma $y = f(x) + v - u$ , onde $v$ é um termo erro e $u$ captura a eficiência técnica.
<b>Dados</b>	Dados de quantidade para uma amostra de empresas preferencialmente para alguns anos. Se dados de preço estiverem disponíveis, é possível calcular eficiência alocativa.	Dependendo do propósito precisa-se de dados de quantidade e preço, preferencialmente para alguns anos.
<b>Vantagens</b>	Identifica um conjunto de empresas similares para cada empresa eficiente; Pode facilmente ser multiproduto; Não é necessário definir uma forma de distribuição para o termo de erro da ineficiência.	Tenta considerar ruído; Variáveis ambientais facilmente tratáveis; Permite testes estatísticos de hipóteses; Fácil identificar <i>outliers</i> ; Fronteira de custo e função distância podem ser variáveis de saída.
<b>Desvantagens</b>	Pode ser influenciado por ruídos; Não permite testes estatísticos de hipóteses.	A decomposição do termos de erro no ruído e nos componentes de eficiência pode ser afetado pela forma de distribuição escolhida e pela consideração de que a assimetria é um indicador de ineficiência.

**Fonte:** Coelli et al. (2005)

Uma vez que o sector portuário possui uma série de características próprias que condicionam o método de quantificação da eficiência que se seleciona, e tendo em conta a literatura existente, o método DEA foi o método por nós escolhido. A DEA foi escolhida não só por ser a técnica mais usual como também pelas sua característica, como sejam a não necessidade de conhecimento prévio de uma função de produção, não requerer o uso de informação relacionada com preços e por se adaptar a situações nas quais as unidades produtivas empregam múltiplos *inputs* e geram vários *outputs*. A escolha da metodologia recaiu ainda sobre a DEA, uma vez que, como refere Coelli et al.(2005) “DEA has been the more popular method (...) and until recently SFA could not accommodate multiple outputs”.

#### 4.2 DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

A origem da técnica DEA é atribuída a Charnes, Cooper e Rhodes (1978). A DEA tem como objetivo medir a eficiência de um conjunto de unidades de decisão, denominadas de DMUs (*Decision Making Units*),

que consomem múltiplos *inputs* para produzir múltiplos *outputs*. É uma abordagem não paramétrica, que permite comparar as eficiências relativas entre entidades homogêneas, isto é, que têm em comum a utilização dos mesmos *inputs* e *outputs*, realizam as mesmas tarefas, têm os mesmos objetivos, trabalham nas mesmas condições de mercado e têm autonomia na tomada de decisões. É uma técnica de programação linear que converte múltiplos *inputs* e *outputs* em medidas de eficiência, ao comparar os recursos (*inputs*) utilizados e os resultados (*outputs*) obtidos em cada DMU (*Decision Making Unit*), com todas as outras restantes.

A DEA permite analisar a eficiência de DMUs com múltiplos *inputs* e múltiplos *outputs* através da construção de uma fronteira de produção, também denominada de fronteira eficiente, linear por partes (*piece-wise linear*), de forma que as DMUs que apresentam uma melhor relação *output/input* ficam situadas sobre a fronteira, sendo assim consideradas eficientes, estando as DMUs menos eficientes situadas numa região abaixo da fronteira, conhecida como envelope.

A medida de eficiência para cada DMU é obtida através da razão entre a soma ponderada de *inputs* e a soma ponderada de *outputs*, onde os pesos atribuídos às variáveis de entrada (*inputs*) e de saída (*outputs*) são calculados através de um problema de programação matemática. Cabe ressaltar que a DEA não mede a eficiência absoluta mas sim a eficiência relativa.

#### 4.2.1 Modelos DEA

Os modelos DEA podem ter dois tipos de orientação conforme o que se consideram ser as características do mercado a estudar. Podem ser orientados aos *inputs*, no qual é possível apurar até que ponto as DMUs analisadas estão a utilizar os seus recursos de forma eficiente ou quais as reduções possíveis de *inputs*, mantendo um mesmo nível de *output*. Ou podem ser orientados aos *outputs*, procurando maximizar os aumentos de *outputs* possíveis, mantendo a mesma combinação de *inputs* produtivos (Barros e Athanassiou, 2004).

Os modelos DEA podem também ser classificados de acordo com o tipo de rendimentos de escala presentes. Assim, surgem os modelos DEA-CRS (*Constant Returns to Scale*), também conhecidos como modelos DEA-CCR (devido aos seus autores Charnes, Cooper e Rhodes), que consideram rendimentos constantes à escala, e os modelos com rendimentos de escala variáveis, o DEA-VRS (*Variable Returns to Scale*), também conhecidos como modelos DEA-BCC (dos seus criadores Banker, Charnes e Cooper).

No modelo DEA-CCR a medida de eficiência obtida é a mesma se o modelo minimiza *input* ou maximiza *output*, uma vez que os rendimentos de escala são constantes. O modelo DEA-BCC, nada mais é do que o modelo DEA-CCR incorporando a possibilidade de rendimentos variáveis de escala. A utilização do modelo DEA-CCR gera normalmente níveis de eficiência mais baixos do que os gerados pelo modelo DEA-BCC, uma vez que o primeiro apenas considera a eficiência técnica pura, enquanto o DEA-BCC tem em consideração a eficiência técnica pura e de escala em conjunto.

Os modelos DEA clássicos apresentam duas formulações equivalentes (Cooper *et al.*, 2006) que fornecem a mesma eficiência para cada DMU, o modelo do Envelope, que define uma região viável de

produção e trabalha com a distância de cada DMU à fronteira desta região, e o Modelo dos Multiplicadores, que trabalha com o rácio de somas ponderadas de *inputs* e *outputs*, sendo a ponderação escolhida da forma mais favorável a cada DMU.

A partir dos resultados dos modelos outras informações podem deles ser retiradas para além da eficiência. O modelo Envelope fornece a projeção na fronteira de cada DMU eficiente permitindo a identificação de *benchmarking* para cada DMU ineficiente e o modelo dos multiplicadores fornece os coeficientes de ponderação que cada DMU atribui a cada *input* e *output*.

Nos modelos DEA, avaliamos  $n$  unidades produtivas, DMUs, que utilizam  $m$  *inputs* para produzir  $s$  *outputs*. As variáveis de entrada e de saída para cada uma das  $j = 1, \dots, n$  DMUs são selecionadas atendendo aos seguintes critérios (Cooper *et al.*, 2006):

1. Disponibilidade de dados numéricos para cada *input* e *output*, assumindo que os dados para cada DMU são positivos;
2. Os itens (*inputs*, *outputs* e a escolha das DMUs) devem refletir o interesse de um gestor ou administrador nas componentes que serão introduzidas na avaliação da eficiência relativa das DMUs;
3. Em princípio, quantidades pequenas de *inputs* são preferíveis bem como quantidades maiores de *outputs*, para que os scores de eficiência reflitam estes princípios;
4. As unidades de medida dos diferentes *inputs* e *outputs* não necessitam de ser congruentes. Alguns podem envolver o número de pessoas, áreas, gastos de dinheiro, etc.

#### 4.2.1.1 Modelo DEA-CCR (CRS)

No modelo DEA-CCR a eficiência relativa é determinada pelo rácio da soma ponderada dos *outputs* (*output virtual*) pela soma ponderada dos *inputs* (*input virtual*).

$$Eficiência = \frac{\text{output virtual}}{\text{input virtual}}$$

O modelo DEA-CCR constrói uma superfície linear por partes, não paramétrica, sobre os dados. O modelo DEA-CCR permitem que cada DMU maximize o valor da sua eficiência através da definição dos pesos (multiplicadores) para cada variável. Assim, em vez de atribuir uma ponderação igual para todas as DMUs, este modelo permite a escolha de pesos para cada variável, da forma que lhe seja mais favorável, desde que esses pesos, quando aplicado às outras DMUs, não gerem uma razão superior a 1 (Charnes *et al.*, 1978). Desta forma, cada DMU pode ter um conjunto de pesos diferentes e, através deles, é obtido um índice de eficiência relativo, baseado na comparação da utilização de *inputs* e *outputs* das outras unidades de estudo. Estas condições são formalizados de seguida, onde  $Eff_o$  é a eficiência da  $DMU_o$ ;  $u_j$  e  $v_i$  são os pesos dos *outputs* e *inputs*, respetivamente;  $x_{ir}$  e  $y_{jr}$  são os *inputs*  $i$  e *outputs*  $j$  da  $DMU_r$ ;  $x_{io}$  e  $y_{jo}$  são os *inputs*  $i$  e *outputs*  $j$  da  $DMU_o$ .

DEA-CCR Orientado aos Inputs	DEA-CCR Orientado aos Outputs
$\text{Max Eff}_o = \left( \frac{\sum_{j=1}^n u_j y_{jo}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \right)$	$\text{Min Eff}_o = \left( \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}}{\sum_{j=1}^n u_j y_{jo}} \right)$
<b>s. a:</b> $\left( \frac{\sum_{j=1}^n u_j y_{jr}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ir}} \right) \leq 1, r = 1, \dots, s$	<b>s. a:</b> $\left( \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ir}}{\sum_{j=1}^n u_j y_{jr}} \right) \leq 1, \forall r = 1, \dots, s$
$u_j \text{ e } v_i \geq 0 \quad j = 1, \dots, n \quad i = 1, \dots, m$	$u_j \text{ e } v_i \geq 0 \quad \forall j = 1, \dots, n \quad i = 1, \dots, m$

O problema apresentado é de programação fracionária (FPP – *Fractional Programming Problem*) e, segundo Charnes *et al* (1994), para este tipo de problemas existem infinitas soluções ótimas, já que se pode atribuir multiplicadores aos pesos e encontrar múltiplos valores na função objetivo. Assim, pode-se transformar um FPP num problema de programação linear (PPL). Para tal, obriga-se a que o denominador da função objetivo deva ser igual a uma constante, normalmente igual à unidade.

Primal (Multiplicadores)	
DEA-CCR Orientado aos Inputs	DEA-CCR Orientado aos Outputs
$\text{Max Eff}_o = \sum_{j=1}^n u_j y_{jo}$	$\text{Min Eff}_o = \sum_{i=1}^m v_i x_{io}$
<b>s. a:</b> $\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1$	<b>s. a:</b> $\sum_{j=1}^n u_j y_{jo} = 1$
$\sum_{j=1}^n u_j y_{jr} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ir} \leq 0 \quad r = 1, \dots, s$	$\sum_{i=1}^m v_i x_{ir} - \sum_{j=1}^n u_j y_{jr} \leq 0 \quad r = 1, \dots, s$
$u_j \text{ e } v_i \geq 0 \quad j = 1, \dots, n \quad i = 1, \dots, m$	$u_j \text{ e } v_i \geq 0 \quad j = 1, \dots, n \quad i = 1, \dots, m$

Esta formulação do modelo DEA-CCR é denominada de Modelo dos Multiplicadores, sendo o conjunto de pesos denominado de multiplicadores. Neste PPL, o objetivo é encontrar uma função de eficiência de uma  $DMU_o$ , através da maximização do somatório dos seus produtos, multiplicados pelos respectivos pesos.

Com base neste modelo primal de programação linear, o Modelo dos Multiplicadores, é possível deduzir o dual deste modelo, chamado Modelo do Envelope que, pelo *teorema da dualidade forte*<sup>1</sup> apresentará o mesmo valor ótimo para a função objetivo.

Dual (Envelope)	
DEA-CCR Orientado aos Inputs	DEA-CCR Orientado aos Outputs
$\text{Min } \theta$	$\text{Max } \theta$
<b>s. a.:</b> $\theta x_{io} - \sum_{i=1}^n x_{ir} \lambda_r \geq 0, i = 1, \dots, m$	<b>s. a.:</b> $\theta x_{io} - \sum_{i=1}^m x_{ir} \lambda_r \geq 0, i = 1, \dots, m$
$-y_{jo} + \sum_{j=1}^n y_{jr} \lambda_r \geq 0 \quad j = 1, \dots, n$	$-y_{jo} + \sum_{j=1}^n x_{jr} \lambda_r \geq 0, j = 1, \dots, n$
$\lambda_r \geq 0 \quad r = 1, \dots, s$	$\lambda_r \geq 0 \quad r = 1, \dots, s$

<sup>1</sup> O Teorema da Dualidade Forte diz que, se os problemas primal e dual são viáveis, então ambos têm soluções ótimas e os valores ótimos das suas funções objetivo são iguais

Note-se que o dual do modelo DEA-CCR orientado aos *outputs* nada mais é que o modelo DEA-CCR orientado aos *inputs*. De acordo com Coelli *et al.* (2005), os modelos DEA-CCR em ambas as orientações, identificam o mesmo conjunto de DMUs eficientes e ineficientes, estimando assim a mesma fronteira eficiente.

#### 4.2.2 Modelo DEA-BCC (VRS)

O modelo DEA-BCC surgiu como uma extensão do modelo DEA-CCR para abordar os casos com rendimentos de escala variáveis. Assim, este modelo possui uma variável que torna possível determinar se o processo de produção é realizado com rendimentos de escala crescentes, constantes ou decrescentes.

O modelo DEA-BCC surgiu como uma forma de eficiência resultante da divisão do modelo CCR em duas componentes: eficiência técnica e eficiência de escala. A medida de eficiência técnica resultante do modelo, identifica a correta utilização dos recursos à escala de operação da DMU. A eficiência de escala é igual ao quociente da eficiência DEA-BCC com a eficiência DEA-CCR, e dá uma medida da distância da DMU em análise até uma DMU fictícia, que opera com o tamanho da escala mais produtiva.

A forma de resolução dos problemas de otimização do modelo DEA-BCC, são as mesmas aplicadas anteriormente no modelo DEA-CCR. No entanto, neste modelo, o axioma da proporcionalidade entre os inputs e os outputs é substituído pelo axioma da convexidade. Assim, através da análise dos modelos, podemos verificar que o modelo DEA-BCC se diferencia do modelo DEA-CCR pela adição da restrição de convexidade  $\sum_k \lambda_k = 1$ .

DEA-BCC Orientado aos <i>Inputs</i>		DEA-BCC Orientado aos <i>Outputs</i>	
Multiplicadores	Envelope	Multiplicadores	Envelope
$\text{Max Eff}_o = \sum_j u_j y_{jo} - u^*$ <b>s. a.:</b> $\sum_i v_i x_{io} = 1$ $-\sum_i v_i x_{io} + \sum_j u_j y_{jo} - u^* \leq 0, \forall k$ $u \geq 0, v \geq 0, u^* \in \mathbf{R}$	$\text{Min } \theta$ <b>s. a.:</b> $\theta x_{io} - \sum_k x_{ik} \lambda_k \geq 0$ $-y_{jo} + \sum_k y_{jk} \lambda_k \geq 0$ $\sum_k \lambda_k = 1$ $\lambda_k \geq 0 \forall k$	$\text{Min Eff}_o = \sum_i v_i x_{io} - v^*$ <b>s. a.:</b> $\sum_j u_j y_{jo} = 1$ $-\sum_j u_j y_{jo} + \sum_i v_i x_{io} + v^* \leq 0$ $u \geq 0, v \geq 0, v^* \in \mathbf{R}$	$\text{Max } h_o$ <b>s. a.:</b> $\sum_k \lambda_k x_{ik} \leq x_{io}$ $h_o y_{jo} \leq \sum_k \lambda_k y_{jk}$ $\sum_k \lambda_k = 1$ $\lambda_k \geq 0$

Da mesma forma que o modelo DEA-CCR é orientado aos outputs, existem também formulações para o modelo DEA-BCC orientado aos outputs. Considere-se que  $h_o$  representa por quanto todos os produtos devem ser multiplicados, mantendo-se constantes os *inputs*, para a  $DMU_o$  atingir a fronteira eficiente.  $h_o$  é um número maior que 1 (provoca aumentos no valor dos *outputs*), pelo que a eficiência é  $\frac{1}{h_o}$ .

Podemos então concluir que a diferença entre os modelos DEA-CCR e DEA-BCC está na presença de uma variável livre  $u_o$ , que é a variável dual associada à restrição  $e\lambda = 1$  no modelo envelope, que também não aparece no modelo DEA-CCR. Os modelos dos Multiplicadores DEA-BCC diferem dos Multiplicadores DEA-CCR pela variáveis  $u^*$  e  $v^*$ , respetivamente para orientação *input* e *output*. Essas duas variáveis são

interpretadas como fatores de escala que quando positivas ou negativas, indicam rendimentos crescentes ou decrescentes à escala, respectivamente, e quando nulas, rendimentos constantes à escala:

- ❖ Variáveis positivas significam rendimentos decrescentes de escala;
- ❖ Variáveis negativas rendimentos crescentes de escala e;
- ❖ Variáveis nulas, rendimentos constantes de escala.

### 4.3 APLICAÇÃO DA DEA AOS PORTOS

A avaliação do desempenho do sector portuário a nível mundial, tem vindo a verificar um interesse cada vez maior por parte dos investigadores. No entanto, embora existe uma vasta literatura em benchmarking aplicado a várias áreas da economia, ainda é um tema pouco desenvolvido no que respeita ao sector portuário (Barros, 2003a). Na análise da eficiência portuária têm sido utilizados maioritariamente duas técnicas, a DEA e a SFA. De seguida apresentamos uma revisão de alguns dos principais trabalhos relacionados com a eficiência portuária, focando a nossa análise na DEA.

O primeiro estudo a aplicar a técnica DEA ao sector portuário foi realizado por Roll e Hayuth (1993). Os autores utilizando uma amostra virtual de 20 portos hipotéticos, fazem uma examinação teórica da aplicação do DEA a este sector, mostrando que as suas eficiências podem ser medidas. Utilizando o modelo DEA-CCR, empregam 3 *inputs* (capital, número de funcionários e tipo de carga) e 4 *outputs* (movimentação de carga, nível dos serviços, satisfação dos usuários e número de atracções). Os autores concluem que quatro portos do estudo atingiram 100% de eficiência, dois não atingiram os 60%, a eficiência de outros dois portos situou-se entre os 60% e os 75% e os demais entre 77% e 90%.

Apenas em 1999, passados seis anos, é publicado um novo trabalho aplicando a técnica DEA ao sector portuário. Martinez-Budria *et al.* (1999) utilizam a metodologia DEA-BCC, para analisar a eficiência de 26 portos espanhóis, no período de 1993 a 1997. O estudo divide os portos em 3 grupos homogéneos, pelo seu grau de tamanho e complexidade (grande, média e pequena) e utiliza 3 *inputs* (custo da mão-de-obra, amortizações de imobilizado e outras despesas) e 2 *outputs* (carga total movimentada e receitas das concessões). Os resultados obtidos demonstram diferenças entre os grupos em termos de eficiência, sendo que os portos com maior complexidade apresentaram níveis superiores de eficiência.

Posteriormente, Tongzon (2001) analisa a eficiência de 4 portos australianos e 12 portos europeus para o ano de 1996, utilizando como *outputs*, os TEUs (*twenty-foot equivalent units*) movimentados e o tempo de operação do navio, e como *inputs*, o número de gruas, o número de cais, o número de rebocadores, o número de funcionários da AP, a área do terminal e o tempo de atraso (medido pela diferença do tempo total no cais mais o tempo de espera e o tempo de operação).

Valentine e Gray (2001), aplicam o modelo DEA-CCR a 31 terminais de contentores do mundo para o ano de 2001. Os autores analisam e comparam a eficiência dos terminais privados com os do sector público e concluem o tipo de administração influencia os níveis de eficiência dos portos. Para a sua análise utilizam 2 *inputs* (o comprimento total dos cais e o comprimento dos cais de contentores) e 2 *outputs* (o número total de contentores movimentados e o total de toneladas movimentadas).

Deve-se a Barros (2003a) o primeiro estudo sobre a avaliação do desempenho dos portos portugueses. O autor considera como *inputs*, o trabalho (medido pelo número de empregados) e o capital (valor dos ativos físicos) e como *outputs* o número de navios, a tonelagem bruta, a cota de mercado, a carga movimentada por tipo e o resultado líquido. Para o seu estudo, Barros (2003a) utiliza os modelos DEA-CCR e DEA-BCC para os anos de 1999 e 2000. O autor conclui a implementação da regulação por incentivos não está a ser eficiente em Portugal. Posteriormente a este estudo, Barros (2003b) implementou o modelo DEA-Malmquist a dez portos portugueses, entre 1999 e 2000, definindo o número de empregados e o valor dos ativos físicos como *inputs*, e o número de navios e o tipo de carga movimentada como *outputs*.

Turner *et al.* (2004) medem a eficiência de 26 terminais de contentores dos Estados Unidos e Canadá, no período de 1984 a 1997. Os *inputs* escolhidos foram a área do terminal, o número de gruas e o comprimento do cais, e o *output* o número de TEUs movimentado. Os autores concluem que o tamanho do porto influencia os níveis de eficiência dos portos e que não é razoável investir fundos públicos em pequenas infraestruturas sem um compromisso claro dos utilizadores dos portos em utilizar as instalações e em encorajar a expansão do mesmo.

No mesmo ano, Park e De (2004) examinam separadamente a produtividade, a rentabilidade, a liquidez e a eficiência global. A capacidade de atracação, medida em número de navios e a capacidade de movimentação de carga, em toneladas, são os *inputs* considerados e a quantidade de carga movimentada, o número de escalas de navios, as receitas e a satisfação dos clientes, os *outputs*. Ambos os modelos, DEA-CCR e DEA-BCC foram usados para o cálculo das quatro abordagens para 11 portos coreanos, tendo concluído que as autoridades coreanas deveriam obter melhorias ao nível da comercialização.

Outro estudo feito aos portos portugueses é realizado por Barros e Athanassiou (2004). Comparando 4 portos portugueses e 2 portos gregos, os autores pretendem identificar várias práticas que levem a um melhor desempenho da política portuária europeia. Para tal, os autores utilizam os modelos DEA-CCR e DEA-BCC para 1998-2000, considerando como *inputs* o número de empregados e o valor dos ativos físicos e como *outputs* o número de navios, a mercadoria total em toneladas, a carga total movimentada em toneladas e a carga movimentada em contentores.

Cullinane *et al.* (2005) aplicam a metodologia DEA *Windows Analysis* a 25 dos 30 maiores portos de contentores mundiais. Utilizando dados em painel para o período de 1992 a 1999, os autores examinam empiricamente a eventual relação entre privatização e eficiência portuária. No seu estudo, os autores utilizam como *inputs* o comprimento e área do terminal, o número de gruas e de pórticos, e como *output* apenas o número de TEUs. Cullinane *et al.* (2005) concluem que os portos públicos e público-privados obtiveram melhores desempenhos.

Uma análise da eficiência dos terminais de contentores europeus é levada a cabo por Wang e Cullinane (2006). No seu trabalho, os autores analisam 104 terminais europeus de 29 países utilizando os modelos DEA-CCR e DEA-BCC. Os *inputs* considerados são o comprimento total do cais, a área do terminal e as despesas anuais dos equipamentos dos terminais. Como é comum nos estudos relativos a terminais de

contentores, apenas utilizaram um *output*, o número de TEUs transportados. À semelhança de Turner *et al.* (2004), os autores concluem que os terminais de maior dimensão apresentam resultados superiores aos de menor dimensão.

Rios e Maçada (2006) analisam a eficiência dos terminais de contentores do Mercosul para o período de 2002 a 2004, utilizando o modelo DEA-BCC. A escolha dos *inputs* recaiu sobre o número de gruas, o número de atracções, a área do terminal, o número de empregados e o número de equipamentos. Relativamente aos *outputs*, inicialmente os autores apenas consideram o número de TEUs, mas posteriormente acrescentaram ao modelo final o número de movimentos de cada navio, por hora, aos *outputs*. Dos resultados obtidos, os autores concluíram que dos 23 terminais em estudos, 14 foram 100% eficientes no período estudado.

Barros (2006) analisa 24 portos italianos para o período de 2002 e 2003, considerando variáveis operacionais e financeiras. O autor utiliza apenas três *inputs*, o número de funcionários, investimentos e OPEX, e vários *outputs* (o número de navios, graneis líquidos e sólidos, o número de passageiros, o total das vendas e o número de contentores, que o autor divide em duas variáveis). Ambos os modelos DEA-CCR e DEA-BCC são usados. Barros (2006) verifica que a maioria das APs apresentam rendimentos de escala decrescentes.

Al-Eraqui *et al.* (2007) usa os modelos DEA-BCC e DEA-CCR com o objetivo de avaliar os níveis de eficiência e os efeitos de escala de 22 portos da África Oriental e do Médio Oriente, entre 2000 e 2005. Os autores consideram o comprimento do cais e a área do terminal como *inputs* e o número de navios e carga total movimentada como *outputs*. Do seu estudo resultam 18 portos com elevados níveis de eficiência, dos quais 6 são eficientes em ambos os modelos. O seu estudo demonstra ainda que a maioria dos portos deveria aumentar até 1,5 vezes os seus *outputs*, mantendo os mesmos *inputs*.

Uma análise a 39 portos japoneses é realizada por Barros e Managi (2008), que estudam a variação dos níveis de eficiência no período de 2003 a 2005. Os autores aplicam os modelos DEA-CCR e DEA-BCC e adotam o número de empregados e o número de gruas como *inputs*, e o número de navios embarcados e desembarcados, a carga de graneis líquidos e sólidos e o número de contentores em TEU como *outputs*. Os resultados obtidos revelam um elevado número de portos eficientes (particularmente com o modelo DEA-BCC, como era expectável dado às características deste).

Marques e Carvalho (2010) analisam o desempenho de 41 portos europeus, utilizando as despesas de capital (Capex) e as despesas operacionais de manutenção (Opex) como *inputs* e todos os tipos de carga e o número de passageiros como *outputs*. No seu estudo os autores adotam os métodos DEA-CCR e DEA-BCC. Carvalho *et al.* (2010) adotaram os mesmos modelos DEA para analisar a eficiência de 35 portos ibéricos em 2006. Consideram como *inputs* o número de empregados e o número de gruas e como *outputs* a carga geral, Ro-Ro, graneis líquidos e sólidos, carga contentorizada em TEUs e o número de passageiros.



## CAPÍTULO 5

## AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA PORTUÁRIA: O PORTO DE AVEIRO

A atividade portuária compreende um conjunto de serviços cuja combinação é necessária para que um porto possa levar a cabo a sua função principal: o intercâmbio de mercadorias entre o transporte marítimo e o terrestre. A existência de condições de monopólios naturais em grande parte da sua atividade produtiva deu lugar a que se estenda essa consideração ao porto em todo o seu conjunto. Assim, as limitações para o desenvolvimento de condições de mercado originaram uma situação de atividades reguladas no âmbito portuário. No Sistema Portuário Nacional, destaca-se a reforma portuária ocorrida em 1998, que iniciou um processo de transformação dos portos para um modelo do tipo *landlord port*. Esta reforma, teve como objetivo fomentar a competitividade entre os portos e dessa forma conseguir alcançar comportamentos mais eficientes no desenvolvimento da atividade portuária. No intuito de avaliar o sucesso da reforma podem ser utilizadas as melhorias de eficiência e produtividade como indicadores.

## 5.1 AMOSTRA E OBJECTO DE ESTUDO

A análise empírica é referente aos 5 maiores portos portugueses, para os anos de 2006 a 2011. Estes portos representaram cerca de 97% do tráfego total de mercadoria no continente para todos os anos da análise, conforme pode ser concluído da Tabela 4. Assim, estes portos são representativos do sistema portuário português.

Foram recolhidos dados referentes ao Porto de Aveiro para um período mais alargado (de 1993 a 2004) para verificar os efeitos da reforma de 1998 na eficiência deste porto em particular. A ênfase dada a este porto, com já referido anteriormente, deve-se, entre outros aspetos, à maior proximidade geográfica, e ao crescimento na movimentação de mercadorias experimentado pelo porto nos últimos anos.

Tabela 4. Carga Total Movimentada nos Portos Portugueses (2006-2011), Valores em milhares de toneladas

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Leixões	14.016	14.948	15.635	14.143	14.569	16.260
Aveiro	3.349	3.271	3.466	2.915	3.753	3.318
Lisboa	12.294	13.159	12.980	11.713	11.994	12.361
Setúbal	6.204	6.834	6.124	5.901	7.006	6.893
Sines	27.196	26.299	25.149	24.380	25.485	25.782
Outros Portos (Continente)	1.718	1.743	1.625	1.584	2.140	2.145
Total	64.778	66.255	64.979	60.635	64.946	66.758

Fonte: IPTM, IP – Instituto Portuária e dos Transportes Marítimos

## 5.2 ESPECIFICAÇÃO DO MODELO

A modelização da função produção da atividade portuária requer a definição dos *outputs* que constituem o resultado e dos fatores produtivos que são necessários para obtê-los. A definição precisa dos *inputs* e *outputs* é crucial para o sucesso e significância da aplicação DEA (Cullinane e Wang, 2005). Segundo

estes autores, a escolha não criteriosa das variáveis e a má especificação ou definição do conjunto das variáveis, da sua recolha e posterior análise, leva inevitavelmente a resultados que são facilmente mal interpretados e possivelmente enganosos. Assim, a escolha das nossas variáveis baseia-se na revisão da literatura efetuada, e exposta anteriormente neste trabalho.

A escolha das variáveis para a realização deste trabalho revelou-se particularmente difícil devido à escassa literatura existente relativamente ao tema e ainda devido à grande maioria dos estudos se centrar na análise dos terminais de contentores e não no porto como um todo. De acordo com Cullinane *et al.* (2005), o objetivo dos portos deve ser considerado aquando da definição dos *inputs* e *outputs*.

O Programa Operacional Acessibilidades e Transportes (2005) define que “o sistema de transportes deverá criar condições, a nível do sistema de transportes e respetivas infraestruturas, para o aumento da produtividade e da competitividade das empresas portuguesas e para a sua maior integração no mercado global”. Segundo este relatório, a formulação deste objetivo coloca em destaque o papel dos transportes como condição necessária para o crescimento económico, viabilizando o aumento da produtividade e competitividade das empresas.

Nas Orientações Estratégicas para o Sector Marítimo-Portuário (2006, p. 67), para 2015 é definido como primeiro objetivo estratégico para o sector marítimo-portuário, “aumentar fortemente a movimentação de mercadorias nos portos nacionais”. Assim, a política de investimentos deve ter em conta não só o retorno financeiro da atividade portuária mas, sobretudo, o impacto desse investimento no tecido económico nacional. Perante estes objetivos e dada a natureza pública do sistema portuário português, assume-se que o seu objetivo passa por promover o crescimento económico a nível nacional. Uma vez que é difícil isolar o contributo dos portos, e mais especificamente de cada um em particular, para o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB), assume-se que a melhor forma de um porto promover o crescimento económico é através da maximização do tráfego de carga e passageiros, ao menor custo possível.

O procedimento seguinte foi adotado para a seleção das variáveis com o intuito de obter a maior objetividade possível. Primeiro, todos os *inputs* e *outputs* bem como o número de vezes que foram encontrados na literatura exposta no capítulo anterior são listados. A Tabela 5 resume este passo. Segundo, cada um destes possíveis *inputs* e *outputs* foi analisado tendo em conta o objetivo definido anteriormente. Por último, verificamos para quais das variáveis até então selecionadas existem dados disponíveis.

Tabela 5. Lista das variáveis encontradas na Literatura

<i>Inputs</i>	<i>Frequência</i>	<i>Outputs</i>	<i>Frequência</i>
Nº gruas, gruas de cais, pórtilhos	9	TEUs movimentados	8
Área do terminal	7	Movimentação de carga	7
Nº empregados, mão-de-obra	7	Granéis sólidos	7
Comprimento do terminal de contentores, comprimento do cais	5	Granéis Líquidos	7
CAPEX	5	Navios	6
OPEX	4	Passageiros	4
Nº atracações	4	Carga contentorizada	4
Valor contabilístico dos ativos	2	Carga convencional	3
Nº Rebocadores	2	Movimentação de mercadorias	3
Comprimento do terminal de contentores	1	Satisfação dos consumidores	2
Capacidade do cais (navios)	1	Nº contentores	2
Capacidade Movimentação de carga (ton)	1	Receitas	1
Tempo de atraso	1	Nível de serviço	1
Investimento	1	Taxa de carga por navio	1
Custo de equipamentos	1	Cota de mercado	1
Despesas de trabalho	1	Tonelagem bruta	1
Amortizações	1	Receitas das concessões	1
Outros custos	1	Total de vendas	1
		Preço do trabalho	1
		Despesa em equipamentos instalados	1
		Contentores movimentados (hora/navio)	1

Devemos ter em conta que devido às características da fronteira da DEA, um número maior de variáveis está associado a um maior número de DMUs eficientes. Assim sendo, a presença de muitas variáveis pode diminuir a utilidade da análise DEA. Para além disso, um número elevado de variáveis requer uma amostra de grande dimensão por forma a obter resultados fiáveis. Atendendo às restrições impostas pela escassez de dados estatísticos, temos disponível um número reduzido de DMUs. É então necessário encontrar um equilíbrio entre o número de variáveis e a fiabilidade da implementação da DEA. De seguida expomos os *outputs* e *inputs* encontrados na literatura, as variáveis escolhidas para a nossa análise, bem como os motivos para essa escolha.

### 5.2.1 *Outputs*

A movimentação de carga é um dos dois *outputs* mais utilizados na literatura, sendo também uma variável consistente com o objetivo definido anteriormente. No entanto, os portos manuseiam diferentes tipos de carga, geralmente em diferentes terminais. Devido ao número reduzido de DMUs de que dispomos, agregámos a carga Ro-Ro, carga contentorizada e carga convencional, em apenas uma variável, a que, seguindo a terminologia utilizada no sector portuário, denominámos por Carga Geral. Assim, como *outputs*, considerámos a Carga Geral, Granéis Líquidos e Granéis Sólidos.

A nomenclatura portuária estabelece que a Carga Geral, também denominada de Carga Convencional é formada pelas mercadorias acondicionadas em unidades avulsas, como sacarias, caixotes e caixas, fardos, tambores e amarradores. Os Granéis, são a mercadoria transportada sem embalagem individual, que podem ser Líquidos ou Sólidos. A carga Ro-Ro é toda a carga que é transportada por

equipamento com rodas. Por carga contentorizada entende-se carga constituída por contentores que são içados para o interior ou exterior das embarcações.

Em paralelo com a definição dos *outputs* há a necessidade de decidir como medir cada uma das variáveis. Perante as duas hipóteses existentes para as medidas das variáveis [através da quantidade real de carga movimentada ou a capacidade dos navios medida geralmente em arqueação bruta (GT) ou “*dead weigh tonnage*” (dwt)], utilizamos a primeira opção, uma vez que consideramos que o objetivo do porto é o manuseamento efetivo de carga e não o número de navios de grande porte recebidos.

Este trabalho utiliza como medida para cada tipo de carga, o número de toneladas. A escolha desta medida é justificada mais uma vez pelo objetivo dos portos. Se a medida considerada fossem os TEUs (*twenty foot equivalent units*), seria indiferente para um porto mover um contentor cheio ou vazio uma vez que ambos contam como TEUs. Contudo os contentores vazios são considerados uma forma de ineficiência que deve ser minimizada. Para além da movimentação de carga, a grande maioria dos portos a nível mundial faz também a movimentação de passageiros. Uma vez que nem todos os portos efetuam a movimentação de passageiros, esta variável não é aplicada neste estudo.

Uma outra variável utilizada como *output* com alguma frequência na literatura é o número de navios. No entanto não existe uma relação estreita entre esta variável e o objetivo do porto, sendo questionável se existe algum benefício no aumento do número de navios se não existir o correspondente aumento da transferência de carga. Assim, esta variável não é considerada igualmente. Alguns indicadores da qualidade do serviço também não foram utilizados, devido à falta de informação disponível e ainda devido ao facto dos portos portugueses se encontrarem num ambiente competitivo no contexto europeu. Assim sendo, se não prestarem serviços suficientemente satisfatórios, os seus clientes transferir-se-ão para outros portos, com correspondente reflexo na diminuição da carga movimentada.

### 5.2.2 Inputs

As variáveis inputs, área do terminal e número de equipamentos, utilizadas na grande maioria dos estudos anteriores, prende-se com o facto dos mesmos centrarem as suas investigações na carga contentorizada. Uma vez que este estudo considera também outros tipos de carga, estas variáveis não foram consideradas..

Tendo em conta o objetivo definido para a reforma, a redução dos custos, é obrigatória a inclusão desta variável como *input*. Só assim estamos a analisar efetivamente o sucesso da reforma através do alcance dos seus objetivos. As variáveis escolhidas foram as despesas operacionais e de manutenção (OPEX) e as despesas de capital (CAPEX). As variáveis foram expressas em unidades monetárias (Euros). Uma vez que este estudo abarca anos em que o escudo ainda era a moeda oficial de Portugal, foi necessária a sua conversão para euros, utilizando para isso a taxa de câmbio de referência de 200,482.

A variável OPEX foi posteriormente dividida em, outras despesas operacionais e de manutenção e, despesas com pessoal. Esta divisão foi efetuada com o intuito de verificar o impacto do pessoal no nosso modelo, através do custo que este representa para os portos. Assim, no seguimento desta divisão, e

suprimindo a variável gastos com pessoal, é introduzida uma nova variável na análise, o número de trabalhadores. Abaixo é apresentada uma tabela resumo relativa aos inputs e *outputs* utilizados no nosso modelo.

Tabela 6. Resumo dos modelos e Variáveis

Modelo	Outputs	Inputs
DEA-CCR	Carga Geral	CAPEX
DEA-BCC	Granéis Líquidos	OPEX
	Granéis Sólidos	Nº Trabalhadores
		Outras Despesas Operacionais e de Manutenção

### 5.3 RESULTADOS

Segundo Barros (2003), o sector portuário continua a apresentar características de mercado monopolístico. A produção anual de um porto é relativamente fácil de prever, já que os portos têm normalmente uma carteira de clientes estável de companhias de navegação, sendo raras as oscilações radicais na produção a curto prazo. Neste contexto, consideramos que a utilização eficaz dos *inputs* é fator essencial para a eficiência na produção portuária e justifica-se portanto a utilização do modelo orientado para os *inputs* neste trabalho. Assim, o nosso modelo assume que o principal objetivo do porto é a minimização na utilização dos *inputs* ou, de outra forma, a maximização da eficiência no aproveitamento dos recursos disponíveis.

Os objetivos da análise são múltiplos. Em primeiro lugar pretende-se avaliar o desempenho dos portos portugueses nos anos 2009 e 2010, para verificar qual o posicionamento do porto de Aveiro a nível nacional. Em segundo lugar, é analisado o porto de Aveiro de forma isolada com o intuito de verificar qual o efeito da reforma portuária de 1998. Perante esta análise, o terceiro objetivo do trabalho é fazer uma análise de folgas, com o intuito de verificar quais as variáveis que podem ser melhoradas para aumentar a eficiência e quantificar essa melhoria. Esta análise é feita de duas formas. Por um lado fazemos uma análise das folgas médias globais, isto é, para o conjunto das DMUs, por outro lado fazemos uma análise individual para cada DMU. Os dados analisados para o primeiro objetivo são referentes aos anos de 2009 e 2010, e para os demais objetivos para os anos de 1993 a 2004. Todos os dados foram recolhidos dos relatórios e contas das autoridades portuárias de cada porto nacional em análise. As estatísticas de cada variável são apresentadas nas tabelas 7 e 8.

Tabela 7. Estatística Descritiva das Variáveis utilizadas para os 5 Principais Portos Portugueses entre 2009 e 2010 (milhares de ton)

		Média	Mediana	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<b>Inputs</b>	OPEX	26.200,58	24.646,5	15.104,36	11.392,28	54.733,29
	CAPEX	11.515.481	14.688.434	8.128.776	191.960	20.463.935
<b>Outputs</b>	Carga Geral	2.708.852	2.198.709	1.866.585	346.249	5.504.357
	Granéis Líquidos	3.315.787	3.157.136	1.196.545	1.963.341	5.295.744
	Granéis Sólidos	5.458.792	1.880.945	6.560.983	662.789	18.030.409

As estatísticas descritivas das variáveis utilizadas nos modelos de eficiência, nos períodos selecionados, demonstram a participação de portos com diferentes portes. Podemos verificar através da análise da Tabela 7 que as despesas operacionais e de manutenção (OPEX) variam entre 11.392,28 milhões de euros e 54.733,28 milhões de euros e essa diferença é ainda superior quando analisamos o CAPEX (varia entre 191.960 milhões de euros e 20.463.935 milhões de euros. Da carga movimentada em todos os portos, destacam-se os Granéis Sólidos, que apresentam uma média de 5.454.792 milhares de toneladas movimentadas, o que representa um acréscimo superior a 60% face à média dos Granéis Líquidos.

**Tabela 8. Estatística Descritiva das Variáveis utilizadas para o Porto de Aveiro entre 1993 e 2004 (milhares de ton)**

		Média	Mediana	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<b>Inputs</b>	OPEX	9.330,8	9.486,4	3.172,8	4.459	14.754
	CAPEX	10.309.654	6.587.616,5	11.476.741	652.632	38.491.573
<b>Outputs</b>	Carga Geral	1.192.859,2	1.181.733,6	116.238,3	1.030.001	1.455.171
	Granéis Líquidos	905.861,8	972.136,2	232.928,3	547.010	1.214.503,3
	Granéis Sólidos	433.618,9	393.395,1	9.162.017,7	318.162,3	607.571

Através da análise da Tabela 8, verificamos que a Carga Geral é o tipo de carga mais movimentada pelo Porto de Aveiro. Através da análise do desvio-padrão podemos verificar que a variável que menos variou ao longo dos anos foi o OPEX. No entanto podemos verificar que a movimentação de Granéis Sólidos não tem sido regular, uma vez que apresenta um desvio face à média superior a 9.000 toneladas.

### 5.3.1 Modelos DEA

São utilizados os modelos orientados aos *inputs* DEA-CCR e DEA-BCC para dar resposta aos objetivos a que nos propomos. O modelo DEA-CCR, ao assumir rendimentos de escala constantes, é um modelo menos flexível que o modelo DEA-BCC. Este último, permite que os dados se adaptem às variações de escala existentes. Assim, o modelo DEA-CCR é um modelo mais adequado para análises de longo prazo, e o DEA-BCC para análises de curto prazo, uma vez que ao assumir rendimentos variáveis de escala admite que nem todos os fatores de produção estão ajustados.

Usualmente, os estudos anteriores assumem que os valores obtidos através de DEA-BCC medem a eficiência técnica pura (ETP) enquanto o DEA-CCR mede a eficiência técnica (ET). Ou seja, a ET compara uma DMU com todas as suas concorrentes. ETP compara uma DMU apenas com as unidades organizacionais que operam numa escala semelhante à sua. A razão entre o cálculo da ETP e da ET pode-se determinar a Eficiência de Escala (EE), como é demonstrado de seguida. A EE tem como principal objetivo determinar se a empresa está a operar abaixo ou acima da sua escala ótima.

$$\frac{CCR}{BCC} = EE$$

O DEA-CCR é um modelo de avaliação mais adequado para análises do comportamento das DMUs no longo prazo, já que, nesse caso, todos os fatores podem ser ajustados. O modelo DEA-BCC, ao considerar rendimentos variáveis de escala, possibilita admitir que nem todos os fatores de produção tenham sido

ajustados, sendo assim um modelo mais adequado para análises de curto prazo, já que no longo prazo os fatores são ajustados. Assim, a eficiência de uma DMU, avaliada no modelo DEA-BCC, será maior ou igual à eficiência dessa mesma DMU, na mesma amostra, no modelo DEA-CCR. Estas duas perspectivas são interessantes no contexto da nossa análise, por isso nas secções seguintes apresentam-se os resultados dos dois modelos.

### 5.3.2 DEA-CCR

#### 5.3.2.1 O Porto de Aveiro no contexto nacional

Em primeiro lugar, procedemos à análise do desempenho dos 5 principais portos portugueses, com o objetivo de verificar se o Porto de Aveiro de encontro numa posição privilegiada face aos demais portos. Ou seja, se o Porto de Aveiro é um porto eficiente relativamente aos restantes portos portugueses. A Tabela 9 resume os *scores* de eficiência encontrados.

**Tabela 9. DEA-CCR: Scores de Eficiência**

	Scores das DMUs	
	2009	2010
<b>Porto de Aveiro</b>	66%	83,1%
<b>Porto de Leixões</b>	53,6%	48,6%
<b>Porto de Lisboa</b>	60,3%	52,6%
<b>Porto de Setúbal</b>	85,1%	100%
<b>Porto de Sines</b>	100%	100%

Através da análise da Tabela 9 podemos verificar que o modelo DEA-CCR considera como ineficientes os portos de Aveiro, de Leixões, de Lisboa e o Porto de Setúbal apenas para o ano de 2009. Assim, podemos concluir que o Porto de Aveiro não está bem posicionado no panorama dos principais portos nacionais, isto é, que o Porto de Aveiro, quando comparado com outros portos portugueses, apresenta um *score* de eficiência inferior a 1, significando assim que existem outros portos mais eficientes. Por forma a tornar-se um porto eficiente, o Porto de Aveiro, para o ano de 2009, deveria diminuir em 33% os Gastos Operacionais (OPEX) e em 97% as Despesas de Capital (CAPEX). Em relação aos *inputs*, o Porto de Aveiro deveria aumentar em cerca de 2% os Granéis Sólidos. Para o ano de 2010, o Porto de Aveiro deveria aumentar a movimentação de Granéis Sólidos em 10% e diminuir 16% do CAPEX e 85% das OPEX. A Tabela 10 expõe as folgas das variáveis das DMUs ineficientes, nos quais podemos verificar as conclusões acima apresentados.

Tabela 10. Folga das Variáveis por DMU ineficiente – Portos 2009-2010

	OPEX		CAPEX		C. Geral		G. Sólidos		G. Líquidos	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
<b>Porto de Aveiro</b>	-33%	-16%	-97%	-85%	0%	0%	10%	27%	0%	0%
<b>Porto de Leixões</b>	-46%	-51%	-84%	-92%	324%	119%	0%	0%	0%	0%
<b>Porto de Lisboa</b>	-39%	-47%	-96%	-96%	0%	0%	89%	83%	0%	0%
<b>Porto de Setúbal</b>	-14%	-	-93%	-	13%	-	0%	-	0%	-

Analisando os *peers* do Porto de Aveiro em 2009, os portos para *benchmarking* foram os Portos de Setúbal e Sines em 2010. Comparando com o Porto de Sines 2010, este apresenta Custos Operacionais 185% superiores e gastos de capital 37% superiores. No entanto, a movimentação de Granéis Líquidos do Porto de Sines em 2009 foi muito superior, sendo que este movimentou mais 1720%. Comparando com o Porto de Setúbal em 2010, as diferenças são menores. No entanto, o Porto de Setúbal gastou 12% mais em OPEX e 99% menos em CAPEX. Nos *outputs*, o Porto de Sines movimentou mais 73% de Carga Geral, mais 96% de Granéis Sólidos e mais 5% de Granéis Líquidos. Os Gráficos 4 e 5 permitem retirar as conclusões anteriores.

Gráfico 4. Porto de Aveiro 2009 VS Porto de Setúbal 2010

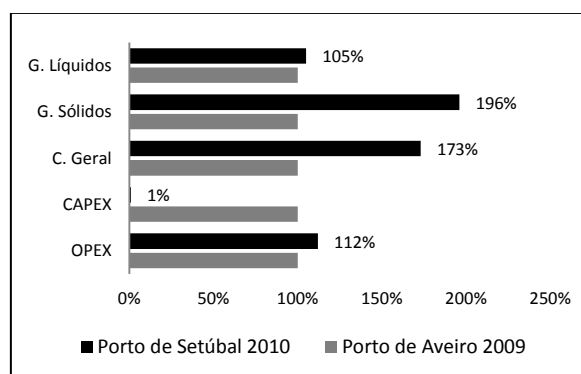
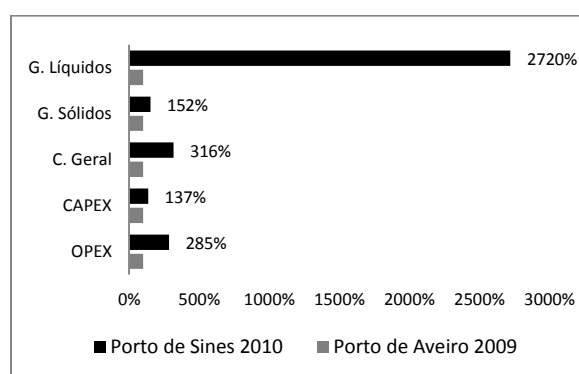


Gráfico 5. Porto de Aveiro 2009 VS Porto de Sines 2010



Uma vez analisados os cinco principais portos portugueses utilizando as variáveis *input* CAPEX e OPEX, procedemos à divisão da variável OPEX em despesas com o pessoal e outras despesas operacionais e de manutenção. A principal razão para esta divisão é obter informações que nos permitam concluir sobre o número de trabalhadores como variável *input*. Com esta divisão pretendemos verificar a relevância da variável número de trabalhadores em quantidade comparativamente com as despesas de pessoal em unidades monetárias.

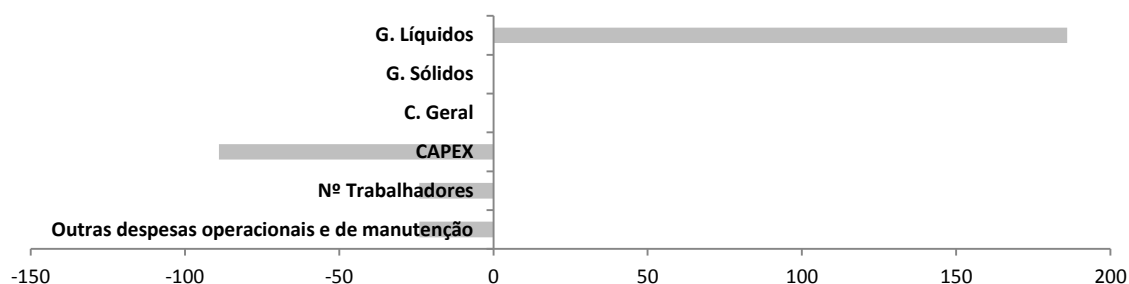
Com a inclusão da variável número de trabalhadores, o modelo DEA-CCR devolveu-nos resultados semelhantes aos obtidos com a variável OPEX. Assim, os portos que surgem como eficientes são o Porto de Sines em ambos os anos e o Porto de Setúbal em 2010. No entanto, quando esta variável é considerada, o Porto de Aveiro, no ano de 2010 torna-se unidade eficiente. Os resultados encontrados diferem dos outros



resultados nos *scores* de eficiência. O Porto de Leixões surge como o porto mais ineficiente (63,9% em 2010 e 68,3% em 2009).

Relativamente às potenciais melhorias que os portos podem fazer para se tornarem mais eficientes, o Porto de Aveiro, que apresenta uma eficiência relativa de 75,5% em 2009, deveria reduzir em 24% o seu número de funcionários e as outras despesas operacionais e de manutenção e diminuir em 89% os seus investimentos, bem como aumentar em 186% a sua movimentação de Granéis Líquidos.

**Gráfico 6. Folgas do Porto de Aveiro 2009 – DEA-CCR**



### 5.3.2.2 A reforma portuária e o Porto de Aveiro

Com o intuito de verificar o efeito da reforma portuária de 1998 no Porto de Aveiro, recolhemos dados dos relatórios de contas do respetivo porto para os anos de 1993 a 2010. Assim, para a nossa análise considerámos 5 anos antes e 6 anos após a reforma. Esta janela temporal permite retirar informações mais pertinentes sobre o sucesso da reforma portuária. Vamos novamente proceder primeiramente à análise usando a variável OPEX, e posteriormente dividir a variável de forma a incluir o número de trabalhadores.

Assim, utilizando o modelo DEA-CCR concluímos que a reforma portuária de 1998 teve efeitos, ainda que pouco significativos, sobre a eficiência do Porto de Aveiro. Através da Tabela 11 podemos verificar quais os anos em que o Porto de Aveiro é considerado eficiente.

**Tabela 11. Níveis de Eficiência do Porto de Aveiro – DEA-CCR (OPEX)**

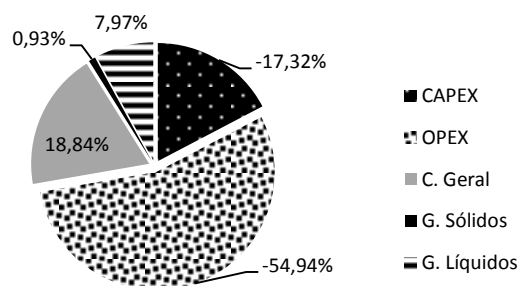
Unidade	Score	Unidade	Score
1993	Eficiente	1999	62,2%
1994	84,9%	2000	73,3%
1995	82,4%	2001	Eficiente
1996	76,4%	2002	62,5%
1997	99,6%	2003	78,9%
		2004	75,2%

Através da análise da Tabela 11 verificamos que anteriormente à reforma o porto foi eficiente em 1993, sendo que o ano de 1997 apresenta um *score* elevado (99,6%). Após a reforma pode considerar-se o Porto de Aveiro como eficiente em 2001. No entanto os valores apresentados nos anos anteriores à

reforma são mais elevados, podendo assim dizer que a reforma teve um impacto negativo nos níveis de eficiência do Porto de Aveiro.

Analisando o Gráfico 7 podemos ver quais as necessidades de melhoria das variáveis para que as unidades se tornem eficientes. Quando analisadas todas as DMUs em conjunto podemos observar quais as melhorias necessárias para cada *input* e *output*, em termos globais. Os valores apresentados são a média dos valores das melhorias.

Gráfico 7. Folgas Médias Globais – DEA-CCR (OPEX)



Em termos médios globais podemos observar que o OPEX deveria reduzir aproximadamente 55% e deveria ocorrer igualmente uma redução de cerca de 17% do CAPEX. Relativamente aos *outputs*, o aumento necessário em Granéis Sólidos é residual (cerca de 1%). No entanto, para ser eficiente é ainda aconselhável um aumento de 18,84% e 7,97% da Carga Geral e Granéis Líquidos, respetivamente. Ressalte-se que se o porto proceder à implementação destas melhorias, deve dar prioridade às variáveis que apresentam, valores superiores e, a partir daí, ir ajustando as demais variáveis, uma vez que uma diminuição dos gastos operacionais, leva a que por exemplo a variável Carga Geral altere o seu valor objetivo.

De seguida procuramos observar as melhorias necessárias nas variáveis *inputs* e *outputs* das unidades de baixo desempenho, com o objectivo de as tornar eficientes. A Tabela 12 resume os *targets* das variáveis (*input* e *output*).

Podemos concluir através da análise da Tabela 12 que apenas em 1994 seria necessário aumentar em 10% a movimentação de Granéis Sólidos. A variável CAPEX, isto é, os investimentos, são a variável que mais alterações deve sofrer para as unidades de análise se tornarem eficientes. Assim, o ano de 1994 necessitaria de diminuir em 15% o OPEX e em 64% os investimentos. Para além disso deveria aumentar em 10% tanto os Granéis Sólidos como a Carga Geral.

Tabela 12. Folgas das Variáveis por DMU ineficiente – DEA-CCR (OPEX)

	Inputs		Outputs		
	OPEX	CAPEX	C. Geral	G. Sólidos	G. Líquidos
1994	-15%	-64%	10%	10%	0%
1995	-17%	-87%	0%	0%	1%
1996	-23%	-84%	8%	0%	0%
1997	0%	-76%	15%	0%	0%
1999	-37%	-37%	35%	0%	35%
2000	-26%	-26%	52%	0%	56%
2002	-37%	-82%	17%	0%	0%
2003	-21%	-95%	50%	0%	0%

Um ano que merece a nossa atenção é o de 2003, já que para ser um ano eficiente, o porto deveria ter reduzido os seus investimentos em 95%. O porto deveria ainda para este ano reduzir as despesas operacionais em 21% e aumentar a movimentação de Carga Geral em 50%.

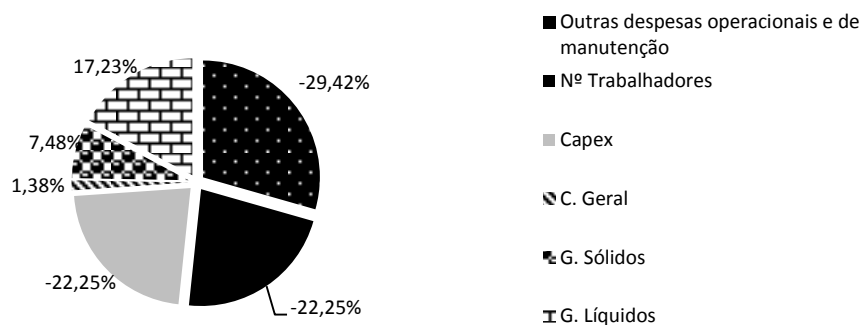
Quando consideramos a variável número de trabalhadores, o cenário altera-se. Assim, podemos concluir que o número de trabalhadores está mais bem ajustado aos níveis de *outputs* produzidos, do que os gastos que eles representam para o porto. Na análise aos anos anteriores à reforma apenas um surge como ineficiente, 1996. Após 1998, existem 3 unidades ineficientes. Assim, nesta perspetiva podemos concluir que a reforma portuária parece não ter trazido quaisquer benefícios para o desempenho do Porto de Aveiro. Todos os dados relativos aos níveis de eficiência podem ser analisados na Tabela 13.

Tabela 13. Níveis de Eficiência do Porto de Aveiro – DEA-CCR (Nº Trabalhadores)

Unidade	Score		Unidade	Score
1993	Eficiente	1998	1999	88,5%
1994	Eficiente		2000	98,8%
1995	Eficiente		2001	Eficiente
1996	86,3%		2002	86,5%
1997	Eficiente		2003	Eficiente
			2004	Eficiente

Relativamente aos *targets* para as unidades se tornarem eficientes, podemos concluir que em termos média globais, a variável que mais alterações deveria sofrer era Outras despesas Operacionais e de Manutenção, que deveria diminuir cerca de 30%, seguido das variáveis número de trabalhadores e CAPEX que deveriam diminuir ambas 22,25%. Estes resultados demonstram que o porto não está a ser eficiente relativamente aos gastos que tem tido para manter ou melhor os seus bens físicos. Em relação aos *outputs*, os Granéis Líquidos deveriam aumentar 17,23% e os Sólidos 7,48%. Estas conclusões podem ser retiradas do Gráfico 8.

Gráfico 8. Folgas Médias Globais (Nº Trabalhadores)



Podemos concluir através dos resultados que a inclusão da variável número de trabalhadores e exclusão dos custos com pessoal, levou a algumas alterações nos resultados. Quando é incluída a primeira variável, os resultados apresentados pelas DMUs são superiores, o que nos leva a concluir que os gastos com pessoal deveriam ser minimizados, ou em contrapartida que com esses gastos deveríamos ter níveis de *output* superiores.

### 5.3.3 DEA-BCC

#### 5.3.3.1 O porto de Aveiro no contexto nacional

Quando considerado o modelo DEA-BCC os resultados da nossa análise são bastante distintos do modelo anterior. Perante a análise deste modelo podemos concluir que à exceção do Porto de Leixões, todos os portos são eficientes. A Tabela 14 apresenta esses resultados. No entanto, se considerarmos a variável número de trabalhadores, surgem mais unidades como ineficientes a par com o Porto de Leixões. Conforme mostra a Tabela 15, no ano de 2009, os Portos de Lisboa e Setúbal são ineficientes.

Tabela 14. Níveis de Eficiência dos Portos – DEA-BCC – 2009-2010 (OPEX)

	Scores das DMUs	
	2009	2010
Porto de Aveiro	Eficiente	Eficiente
Porto de Leixões	98,1%	64,3%
Porto de Lisboa	Eficiente	Eficiente
Porto de Setúbal	Eficiente	Eficiente
Porto de Sines	Eficiente	Eficiente

Tabela 15. Níveis de Eficiência dos Portos – DEA-BCC – 2009-2010 (Nº Trabalhadores)

	Scores DMUs	
	2009	2010
Porto de Aveiro	Eficiente	Eficiente
Porto de Leixões	77%	65,4%
Porto de Lisboa	98,4%	Eficiente
Porto de Setúbal	89,4%	Eficiente
Porto de Sines	Eficiente	Eficiente

Analisando as folgas médias globais, concluímos que a variável que mais alterações deveria ter era a Carga Geral. Por forma a tornar todas as unidades eficientes, a Carga Geral deveria aumentar aproximadamente 62%. Um resumo dos *targets* das variáveis *input* e *output* é de seguida apresentado.

Tabela 16. Folgas Médias Globais – DEA-BCC (Nº Trabalhadores)

Variável	Target
Outras Despesas Operacionais e de Manutenção	-5,9%
Nº Trabalhadores	-4,9%
CAPEX	-11,13%
Carga Geral	61,94%
G. Sólidos	8,57%
G. Líquidos	7,56%

### 5.3.3.2 A reforma portuária e o Porto de Aveiro

Analisando o efeito da reforma portuária no Porto de Aveiro através do modelo DEA-BCC, concluímos que esta teve um efeito pouco significativo nos níveis de eficiência do porto. Conforme demonstrado na Tabela 17, à exceção do ano de 1996 e quatro anos após a reforma (2002), todas as DMUs são eficientes. No entanto, embora tenhamos um ano anterior à reforma e um ano após a reforma como ineficientes, eles apresentam *scores* de eficiência distintos. O nível de eficiência de 1996 (76,5%) é superior ao nível de eficiência de 2002 (62,7%). Esta diferença de 13,8 pontos percentuais demonstra que embora pouco significativa, a reforma foi prejudicial ao desempenho do Porto de Aveiro. Através da Tabela 18, verificamos que, para o ano de 2002 ser um eficiente, deveria reduzir 37% do OPEX e 49% do CAPEX. Em 1996 essas reduções são menores, sendo que o OPEX deveria ser reduzido em 23% e o CAPEX em 54%. Os aumentos necessários nos *outputs*, para ambos os anos, são residuais.

Tabela 17. Níveis de Eficiência do Porto de Aveiro – DEA-BCC (OPEX)

Unidade	Score	Unidade	Score
1993	Eficiente	1999	Eficiente
1994	Eficiente	2000	Eficiente
1995	Eficiente	2001	Eficiente
1996	76,5%	2002	62,7%
1997	Eficiente	2003	Eficiente
		2004	Eficiente

Tabela 18. Folgas das Variáveis por DMU ineficiente – DEA-BCC (OPEX)

	OPEX	CAPEX	C. Geral	G. Sólidos	G. Líquidos
1996	-23%	-54%	3%	0%	0%
2003	-37%	-49%	6%	0%	0%

### 5.3.4 Comparando os dois modelos

Os scores obtidos por DEA-BCC é superior aos obtidos por DEA-CCR, uma vez que os scores DEA-CCR ignoram as eficiências de escala.

O facto do modelo DEA-BCC apresentar melhores resultados do que o modelo DEA-CCR está relacionado com o facto de o DEA-CCR ser um modelo de avaliação mais adequado para análises do comportamento das DMUs no longo prazo, uma vez que todos os fatores podem ser ajustados, e o modelo DEA-BCC mais relacionado com o curto prazo, uma vez que ao considerar rendimentos variáveis de escala, admite que nem todos os fatores de produção tenham sido ajustados. Assim, a eficiência de uma DMU de

uma dada amostra, avaliada no modelo DEA-BCC, será maior ou igual à eficiência dessa mesma DMU, na mesma amostra, avaliada no modelo DEA-CCR. De acordo com Coelli *et al.* (2005, p. 60), “*Given that a firm is usually unable to alter its scale of operation in the short run, one could view the VRS TE score as a reflection of what can be achieved in the short-run and the CRS TE score as something that relates more to the long-run*”.

Considerando todos os resultados, a nossa principal conclusão é que a reforma portuária não trouxe quaisquer benefícios para o desempenho do Porto de Aveiro, em termos de aumento de eficiência. Uma vez que um dos objetivos da reforma foi a introdução de uma maior participação do sector privado nos portos, podemos concluir que possivelmente é necessário investir em alterações na regulação do sector portuário para que a participação privada contribua para o alcance da eficiência produtiva.

No que respeita ao Porto de Aveiro e aos demais portos nacionais em análise, verificamos que, em 2009 e 2010, quando considerados rendimentos constantes à escala, este demonstrou ser ineficiente. Assim há a necessidade de uma maior inspeção da aplicação da regulação às atividades portuárias, por forma a aumentar os níveis de desempenho do porto.

## CAPÍTULO 6

## CONCLUSÕES

Nos últimos anos assistiu-se a uma mudança profunda no sector portuário. O papel do Estado como elemento ativo na produção e prestação de bens e serviços tem vindo a ser questionado e consequentemente alterado. A nível internacional, na maioria dos países, tem-se assistido a uma conjugação de iniciativa pública e privada, à qual Portugal não ficou indiferente.

Perante a complexidade que caracteriza o sistema portuário, os diferentes países iniciaram reformas a nível do setor com o intuito de combinar a participação pública e privada, para com isso obter melhores níveis de eficiência. Neste contexto, a reforma portuária de 1998 teve como objetivo aumentar a eficiência dos portos, concedendo maior importância à participação do sector privado no setor. A reforma levada a cabo pelo sistema portuário português levou à configuração de porto do tipo *landlord port*, no qual os portos mantêm a propriedade da sua infraestrutura do lado do sector público, cujo espaço é gerido por uma AP. Esta autoridade, que atua como regulador, passa para o sector privado a propriedade e exploração da supraestrutura.

No entanto, o sucesso da reforma portuária em termos de eficiência estão pouco explorados. Assim, este trabalho procurou analisar quais os seus efeitos na eficiência do Porto de Aveiro. Ao analisar a eficiência da atividade portuária é necessária uma metodologia que se adapte às suas características e facilite a comparação entre portos. Neste sentido, a estimação de fronteiras não paramétricas permite a construção de uma referência tecnológica a partir da qual é possível comparar o comportamento de cada porto. A revisão da literatura relativa à eficiência portuária demonstrou que a metodologia DEA tem sido a mais utilizada pelos variados autores. Esta metodologia não-paramétrica constrói uma referência tecnológica a partir da qual se pode medir a eficiência relativa de uma unidade produtiva (DMU). Este marco teórico sustenta a análise empírica deste trabalho.

O estudo da eficiência do sistema portuário português, com destaque da análise do Porto de Aveiro, é abordado utilizando esta metodologia. Para dar resposta aos nossos objetivos consideramos que o objetivo do porto deveria centrar-se na minimização dos *inputs* para obter o máximo de *outputs* possíveis. Assim, os nossos modelos são orientados aos *inputs*.

Este trabalho foi realizado em duas fases. Numa primeira fase consideramos como *inputs*, as despesas operacionais (OPEX) e as despesas de capital (CAPEX). Numa segunda análise dividimos a variável OPEX em despesas com pessoal e outros gastos operacionais e de manutenção. Assim, introduzimos a variável número de trabalhadores, ficando com três *inputs*: CAPEX, número de trabalhadores e outras despesas operacionais e de manutenção.

Considerando a variável OPEX e através do modelo DEA-CCR, concluímos que apenas o Porto de Sines e de Setúbal em 2009 e 2010, e o Porto de Lisboa em 2010, foram portos eficientes. Contudo quando considerados rendimentos de escala variáveis, o número de DMUs eficientes aumenta, sendo que o Porto de Aveiro surge como um porto eficiente em ambos os anos, e o Porto de Lisboa passa a ser um porto

eficiente em 2009. Esta diferença entre os dois modelos já era expectável, uma vez que o modelo DEA-BCC é um modelo mais flexível, já que o modelo DEA-CCR desconsidera os ganhos e perdas de escala que possam existir. Quando a variável número de trabalhadores é considerada, à exceção do modelo DEA-CCR para o ano de 2010, o Porto de Aveiro surge sempre como um porto eficiente.

Aquando da análise dos efeitos da transformação do modelo de gestão portuária de *toolport* para *landlord port*, verificamos que o aumento da iniciativa privada no Porto de Aveiro não trouxe benefícios para os níveis de eficiência, quando considerados rendimentos de escala variáveis, uma vez que apenas o ano de 2001 foi eficiente, no pós-reforma. Ainda se considerarmos os níveis de eficiência, os valores apresentados antes da reforma foram bastante superiores aos anos posteriores, sendo que a média dos valores após 1998 é de 75,45% e de 88,66% de 1993 a 1997. Se considerado o modelo DEA-BCC, conforme ocorrido na análise anterior, os níveis de eficiência melhoram, mas a reforma continua a não ser benéfica para o porto em termos de eficiência.

No entanto, este estudo tem algumas limitações. Destaca-se, a não disponibilidade de dados que condicionou a análise ao Porto de Aveiro, não podendo assim avaliar o efeito da reforma a nível nacional. Uma vez que a metodologia utilizada fornece os níveis de eficiência relativa, não podemos concluir que a reforma teve um impacto nulo ou negativo no sistema portuário nacional, mas sim no porto de Aveiro para os anos em análise.



## REFERÊNCIAS

- Al-Eraqi, A. Salem; Barros, Carlos Pestana; Mustaffa, Adli; e Khader, A. Tajudin.** 2007. "Evaluating the Location Efficiency of Arabian and African Seaports Using Data Envelopment Analysis (Dea)," *Working Papers*. Lisboa: Instituto Superior de Economia e Gestão, Universidade Técnica de Lisboa,
- Baird, Alfred J.** 1999. "Analysis of Private Seaport Development: The Port of Felixstowe." *Transport Policy*, 6(2), 109-22.
- Baird, Alfred J.** 2002. "Privatization Trends at the World's Top-100 Container Ports." *Maritime Policy & Management*, 29(3), 271-84.
- Barros, Carlos Pestana.** 2003a. "Incentive Regulation and Efficiency of Portuguese Port Authorities." *Maritime Economics & Logistics*, 5.
- Barros, Carlos Pestana.** 2003b. "The Measurement of Efficiency of Portuguese Seaport Authorities with Dea." *International Journal of Maritime Economics*, 30(3).
- Barros, Carlos Pestana;** 2006. "A Benchmark Analysis of Italian Seaports Using Data Envelopment Analysis." *Maritime Economics & Logistics*, 8(4).
- Barros, Carlos Pestana; e Athanassiou, Manolis.** 2004. "Efficiency in European Seaports with Dea: Evidence from Greece and Portugal." *Maritime Economics and Logistics*, 6(2).
- Barros, Carlos Pestana e Managi, Shunsuke.** 2008. "Productivity Drivers in Japanese Seaports." *Working Papers*. Lisboa: Instituto Superior de Economia e Gestão, Universidade Técnica de Lisboa.
- Carvalho, Pedro; Marques, Rui Cunha; Fonseca, Alvaro; e Simões, Pedro.** 2010. "Governance and Comparative Performance of Iberian Peninsula Seaports. An Application of Non-Parametric Techniques." *International Journal of Maritime Economics*, 37(1).
- Charnes, A.; Cooper, W. W.; e Rhodes, E.** 1978. "Measuring the Efficiency of Decision-Making Units." *European Journal of Operational Research*, 4(3).
- Charnes, A.; Cooper, W. W.; Lewin, A. Y.; e Seiford, L. M.** 1994. *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.
- Coelli, Tim; Prasada D.S; O'Donnell, Rao Christopher J; e Battese, George E..** 2005. "An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis," New York: Springer 350, Second Edition.
- Cooper, W. W.; Seiford, Lawrence M.; e Zhy, Joe.** 2006. *Handbook on Data Envelopment Analysis. A Comprehensive Text with Models, Applications, References and Dea-Solver Software*. Springer.
- Cullinane, Kevin; Ji, Ping; e Wang, Teng-fei.** 2005. "The Relationship between Privatization and Dea Estimates of Efficiency in the Container Port Industry." *Journal of Economics and Business*, 57(5), 433-62.
- Cullinane, Kevin e Song, Dong-Wook.** 2002. "Port Privatization policy and Practice." *Transport Reviews*, 22, 55-75
- Cullinane, Kevin e Song, Dong-Wook.** 2003. "A Stochastic Frontier Model of the Productive Efficiency of Korean Container Terminals." *Applied Economics*, 35(3), 251-67.
- Cullinane, Kevin; Song, Dong-Wook e Gray, Richard.** 2002. "A Stochastic Frontier Model of the Efficiency of Major Container Terminals in Asia: Assessing the Influence of Administrative and Ownership Structures." *Transportation Research Part A*, 36, 743-62.
- Defillippi, Enzo.** 2010. "Access Regulation for Naturally Monopolistic Port Terminals. Lessons from Regulated Network Industries," *Erasmus Research Institute of Management*. Rotterdam: Erasmus University of Rotterdam.
- Estache, Antonio; Tovar, Beatriz e Trujillo, Lourdes.** 2004. "Sources of Efficiency Gains in Port Reform: A Dea Decomposition of a Malmquist Tfp Index for Mexico." *Utilities Policy*, 12(4), 221-30.

- Estaches, Antonio e De Rus, Ginés.** 2000. *Privatization and Regulation of Transport Infrastructure: Guidelines for Policymakers and Regulators*. Washington DC: World Bank.
- Estaches, Antonio; Gonzalez, Marianela e Trujillo, Lourdes.** 2002. "Efficiency Gains from Port Reform and the Potential for Yardstick Competition: Lessons from Mexico." *World Development, Elsevier*, 30(4), 545-60.
- Farrell, M. J.** 1957. "The Measurement of Productive Efficiency." *Journal of the Royal Statistic Society*, 120(III), 253-81.
- Gonzalez, Marianela; e Trujillo, Lourdes.** 2007. "Efficiency Measurement in the Port Industry: A Survey of the Empirical Evidence," C. U. E. D. Papers, London: Department of Economics, City University.
- Hollingsworth, Bruce; Dawson, P. J. e Maniadakis, N..** 1999. "Efficiency Measurement of Health Care: A Review of Non-Parametric Methods and Applications." *Health Care Management Science*, 2(3), 161-72.
- <http://www.portodeaveiro.pt>, acedido em 25/01/2012
- [http://www.portodelisboa.pt/portal/page/portal/PORTAL\\_PORTO\\_LISBOA/PORTO\\_LISBOA](http://www.portodelisboa.pt/portal/page/portal/PORTAL_PORTO_LISBOA/PORTO_LISBOA), acedido em 25/01/2012
- <https://www.apdl.pt/>, acedido em 25/01/2012
- <http://www.portodesetubal.pt/>, acedido em 25/01/2012
- <http://www.portodesines.pt/pls/portal/go>, acedido em 25/01/2012
- <http://www.imarpor.pt/>, acedido em 03/03/2012
- <http://www.ine.pt/>, acedido em 25/01/2012
- Liu, Zinan.** 1995. "The Comparative Performance of Public and Private Enterprises: The Case of British Ports." *Journal of Transport Economics and Policy*.
- Marques, Rui Cunha e Carvalho; M. L. N. Catarino de.** 2010. "Governance and Performance Evaluation of the Portuguese Seaports in the European Context." *International Journal of Services, Economics and Management*, 1(4).
- Martinez-Budria, E.; Navarro-Ibanez, M. e Ravelo-Mwesa, T.** 1999. "A Study of the Efficiency of Spanish Port Authorities Using Data Envelopment Analysis." *International Journal of Transport Economics*, 26(2), 237-53.
- Ministério do Ambiente, Ordenamento do território e Desenvolvimento Regional.** 2004, *Programa Operacional Acessibilidades e Transportes, Quadro Comunitário de Apoio III, Portugal 2000-2006*, Comissão Europeia
- Monteiro, Maria Feliciano Ferreira.** 2003. "The Concession Process in the Portuguese Port Sector," *Instituto Superior Técnico*. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 109.
- Mundial, Banco.** 2001. "World Bank Port Reform Tool Kit," New York: World Bank.
- Notteboom, Theo; Coeck, Chris e Van Den Broeck, Julien.** 2000. "Measuring and Explaining the Relative Efficiency of Container Terminals by Means of Bayesian Stochastic Frontier Models." *International Journal of Maritime Economics*, 2, 83-106.
- Park, Ro-kyung; e De, Prabir.** 2004. "An Alternative Approach to Efficiency Measurement of Seaports." *Maritime Economics and Logistics*, 6(1)
- Rios, Leonardo Ramos e Maçada, Antonio Carlos Gastaud.** 2006. "Analysing the Relative Efficiency of Container Terminals of Mercosur Using Dea." *Maritime Economics & Logistics*, 8(4).
- Roll, Y. e Hayuth, Y.** 1993. "Port Performance Comparison Applying Data Envelopment Analysis." *Maritime Policy & Management*, 20(2).
- Serebrisky, Tomás e Trujillo, Lourdes.** 2005. "An Assessment of Port Reform in Argentina: Outcomes and Challenges Ahead." *Maritime Policy & Management*, 32(3), 191-207.

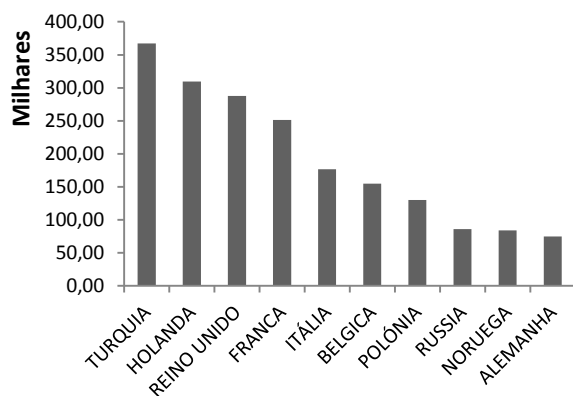
- Tongzon, Jose.** 2001. "Efficiency Measurement of Selected Australian and Other International Ports Using Data Envelopment Analysis." *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 35(2), 107-22.
- Tongzon, Jose e Heng, Wu.** 2005. "Port Privatization, Efficiency and Competitiveness: Some Empirical Evidence from Container Ports (Terminals)." *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(5), 405-24.
- Trujillo, Lourdes e Nombela, Gustavo.** 1999. *Privatization and Regulation of the Seaport Industry*. Washington DC: World Bank.
- Trujillo, Lourdes; and Nombela, Gustavo.** 2000. "Multiservice Infrastructure: Privatizing Port Services," T. W. B. Group, *Public Policy for the Private Sector*.
- Turner, Hugh; Windle, Robert e Dresner, Martin.** 2004. "North American Containerport Productivity: 1984–1997." *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 40(4), 339-56.
- Valentine, V.F. e Gray, Richard.** 2001. "The Measurement of Port Efficiency using Data Envelopment Analysis." Proceedingd of the 9<sup>th</sup> World Conference on Transport Research (Seoul, South Korea).
- Wang, Teng-fei; e Cullinane, Kevin.** 2006. "The Efficiency of European Container Terminals and Implications to Supply Chain Management." *Maritime Economics & Logistics*, 8(1).
- Wang, Teng-fei; Cullinane, Kevin e Song, Dong-Wook.** 2005. "Container Port Production and Economic Efficiency." Palgrave MacMillan, New York.
- Wang, Teng-fei; e Cullinane, Kevin.** 2006. "The Efficiency of European Container Terminals and Implications to Supply Chain Management." *Maritime Economics & Logistics*, 8(1).



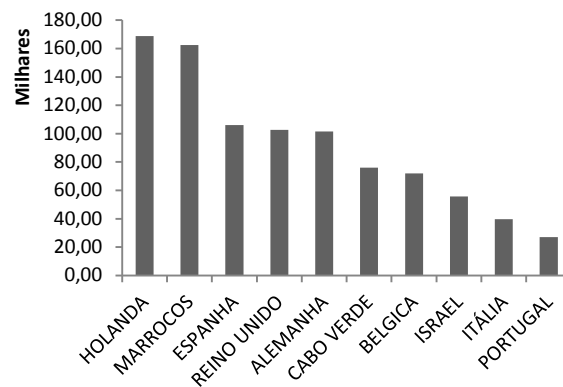
## ANEXO I

## ENTRADA E SAÍDA DE MERCADORIAS ATRAVÉS DO PORTO DE AVEIRO (2006-2010)

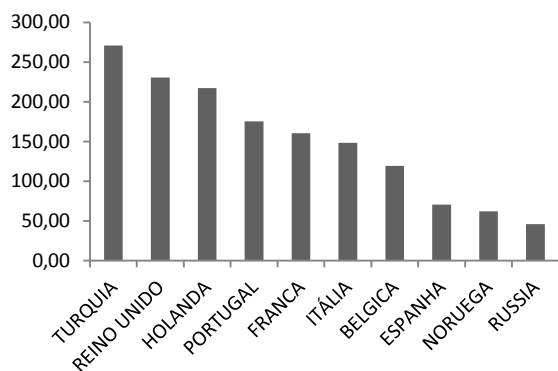
Mercadorias Entradas (2006)



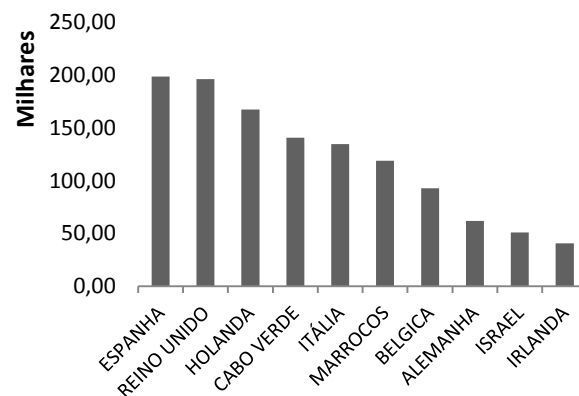
Mercadorias Saídas (2006)



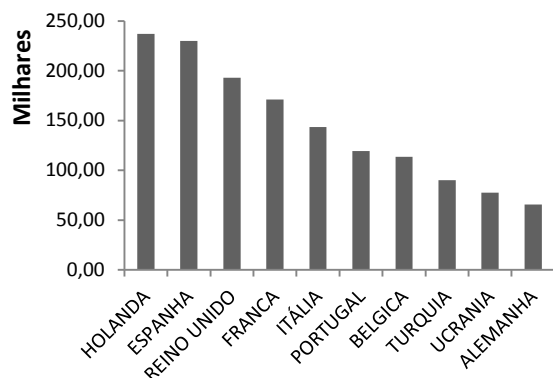
Mercadorias Entradas 2007



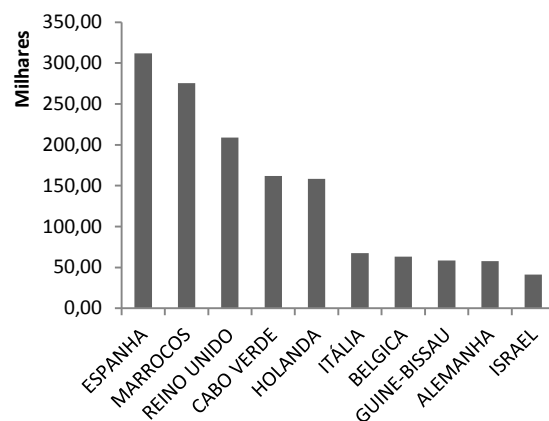
Mercadorias Saídas 2007



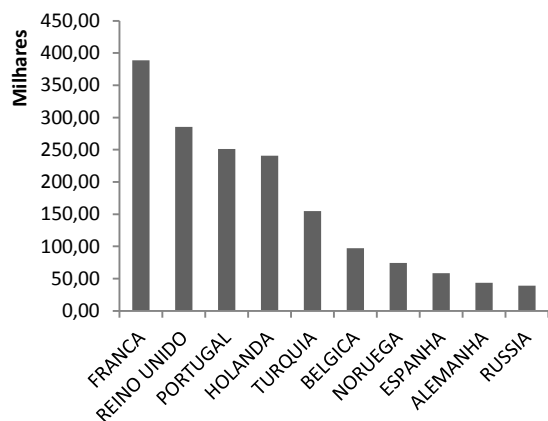
**Mercadorias Entradas 2008**



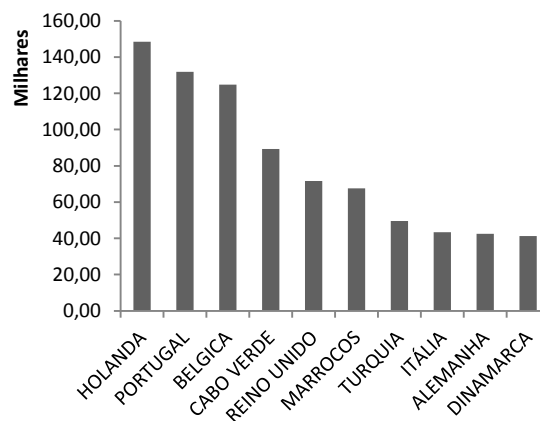
**Mercadorias Saídas 2008**



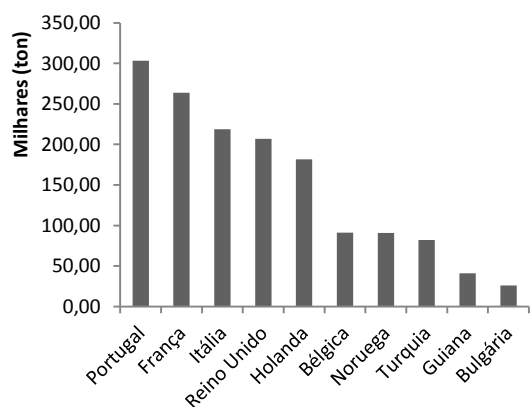
**Mercadorias Entradas 2009**



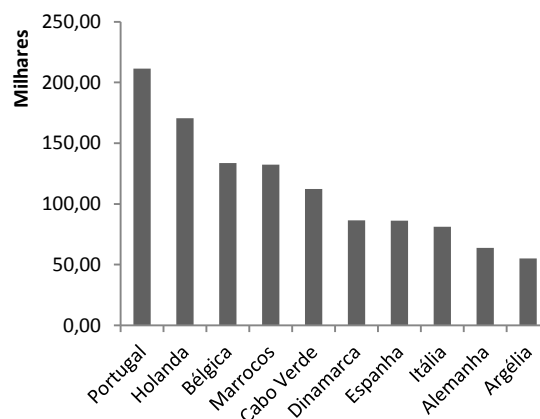
**Mercadorias Saídas 2009**



**Mercadorias Entradas 2010**



**Mercadorias Saídas 2010**



## ANEXO II

## ESTUDOS DEA APLICADOS AO SECTOR PORTUÁRIO

Autor	Método	Unidades	Inputs	Outputs
<b>Roll and Hayuth (1993)</b>	DEA-CCR	20 portos hipotéticos	CAPEX Funcionários Tipo de Carga	Movimentação carga Nível serviços Satisfação dos usuários Nº atracações
<b>Martinez-Budria (1999)</b>	DEA-BCC	26 portos espanhóis (1993-1997)	Despesas com pessoal Taxa de depreciação outros gastos	Total carga movimentada, receita obtida concessões
<b>Tongzon (2001)</b>	DEA-CCR; DEA-Aditivo	4 portos australianos + 12 internacionais (1996)	Nº gruas, atracações, rebocadores Nº funcionários Área do terminal Tempo de Espera dos navios	TEUs; Movimentação hora/navio
<b>Valentine e Gray (2001)</b>	DEA-CCR	31 portos contentores dos 100 maiores do mundo (1998)	Comprimento total do cais comprimento total do terminal de contentores	Nº contentores; Total carga movimentada
<b>Barros (2003a)</b>	DEA-CCR DEA-BCC	5 portos portugueses (1999-2000)	Nº funcionários Valor dos Ativos	Navios Movimento de mercadorias Arqueação bruta Cota de mercado Todos os tipos de carga Preço do trabalho Preço do capital
<b>Barros (2003b)</b>	DEA-Malmquist	Dados de painel de 10 portos portugueses (1990-2000)	Nº funcionários Valor dos Ativos	Navios, Movimentos de mercadorias Carga geral, Carga contentorizada, Granéis líquidos e sólidos
<b>Turner et al. (2004)</b>	DEA-CCR Tobit	26 Terminais de Contentores (EUA e Canadá)	Área do Terminal Nº gruas Comprimento do cais	TEUs
<b>Park e De (2004)</b>	DEA-CCR DEA-BCC	11 portos coreanos (1999)	Capacidade do cais Capacidade movimentação de carga	Carga movimentada Navios Receitas, Satisfação dos consumidores
<b>Barros e Athanassiou (2004)</b>	DEA-CCR DEA-BCC	Média dados em painel de 4 portos portugueses e 2 gregos (1998-2000)	Nº funcionários CAPEX	Nº Navios, Carga total movimentada Carga geral TEUs
<b>Cullinane et al. (2005)</b>	DEA-Windows Analysis DEA-CCR DEA-BCC	Dados em painel para 25 portos mundiais (1992-1999)	Comprimento total do cais Área do terminal Nº total gruas e pórtricos	TEUs; Movimentação hora/navio

<b>Wang et al. (2005)</b>	DEA-CCR DEA-BCC	25 dos 30 maiores terminais de contentores mundiais e 5 portos da China (1992-1999)	Comprimento área do terminal nº total gruas nº pórticos	TEUs
<b>Wang e Cullinane (2006)</b>	DEA-CCR DEA-BCC	104 terminais de contentores europeus (2003)	Comprimento total do cais Área do terminal OPEX Equipamento do terminal	TEUs
<b>Rios e Maçada (2006)</b>	DEA-BCC	23 terminais de contentores MERCOSUR	Gruas, Atracações, rebocadores, área do terminal, funcionários, quantidade de equipamento exterior ao cais	TEUs movimentados; média de contentores movimentados (hora/navio)
<b>Barros (2006)</b>	DEA-CCR DEA-BCC DEA-eficiência cruzada DEA-super-eficiência	24 APs italianas (2002-2003)	Nº funcionários CAPEX OPEX	Nº Navios, Granéis líquidos e sólidos nº passageiros nº contentores em TEUs, nº contentores sem ser em TEUs, total de vendas
<b>Al-Eraqui et al. (2007)</b>	DEA-CCR DEA-BCC	22 portos de África Oriental e do Médio Oriente	Comprimento área do terminal distância	Navios, Carga Movimentada
<b>Barros e Managi (2008)</b>	DEA-CCR DEA-BCC	39 portos japoneses (2003-2005)	Nº funcionários; Nº gruas	Navios, Granéis sólidos e líquidos, TEUs
<b>Marques e Carvalho (2010)</b>	DEA-CCR DEA-BCC	41 portos de 11 países europeus	CAPEX OPEX	Carga convencional; carga contentorizada; Ro-Ro; Granéis líquidos e sólidos; passageiros
<b>Carvalho et al. (2010)</b>	DEA-CCR DEA-BCC	35 portos ibéricos (2006)	Cais Funcionários Gruas	Carga geral, Ro-Ro, Granéis líquidos e sólidos, TEUs Passageiros